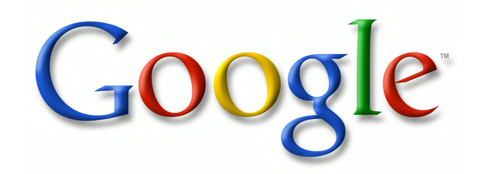
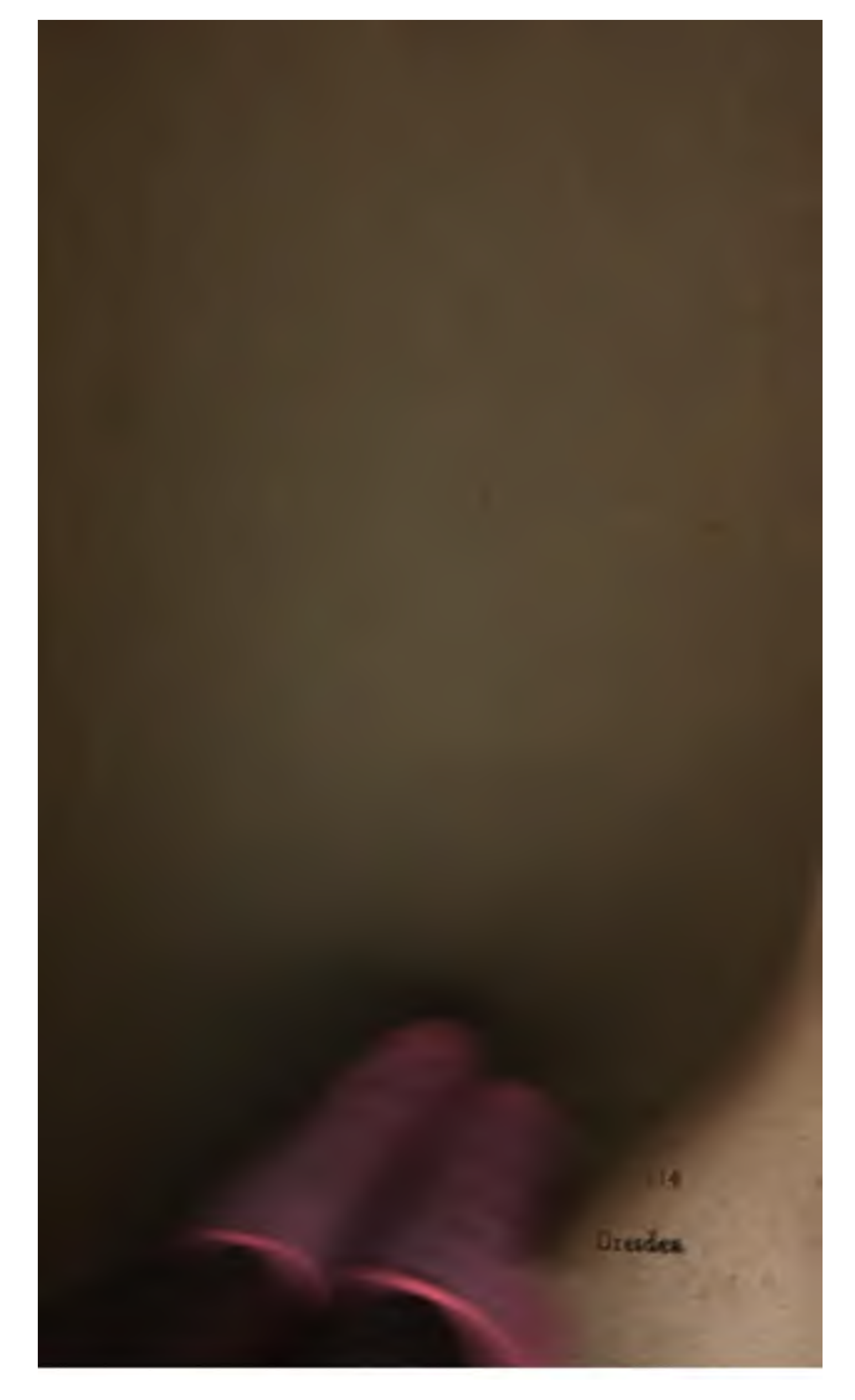







Dresden



ANNALEN
DER
PHYSIK.



HERAUSGEGEBEN

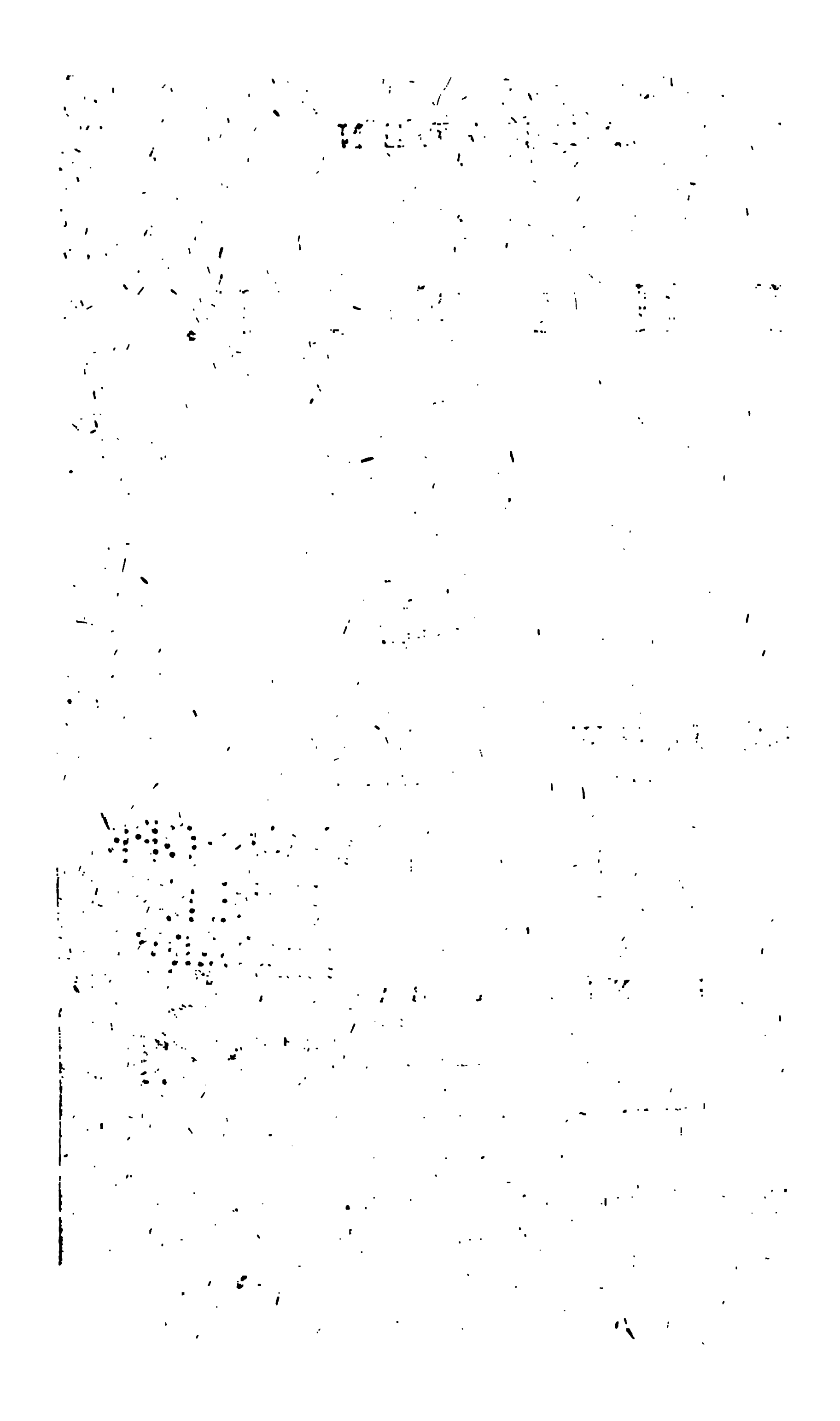
VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,
PROFESSOR ZU HALLE.

FÜNFTER BAND.

NEBST ACHT KUPFERTAFELN

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1800.



INHALT.

Fünften Bandes erstes Stück.

Fünften Bandes zweites Stück.

Fünften Bandes drittes Stück.

Fünften Bandes viertes Stück.

ANNALEN DER PHYSIK.

FÜNFTER BAND, ERSTES STÜCK.

I.

EINE NEUE ART,

die

Geschwindigkeit der Schwingungen bei einem jeden Tone durch den Augenschein zu bestimmen, nebst einem Vorschlage zu einer festen Tonhöhe,

von

Dr. E. F. F. Chladni

in Wittenberg. *)

Es ist immer etwas weitläufig und mühsam, wenn man die Zahl der Schwingungen, welche ein klingender Körper in einer Sekunde oder sonst in einer gegebenen Zeit macht, aus der Formel, wodurch

*) Mitgetheilt für die *Annalen der Physik* von dem Herrn Verfasser, der, wie man sieht, seine Verdienste um die Tonlehre noch immer durch interessante Erfindungen vermehrt, welche sich durch das Gepräge der Einfachheit ganz besonders empfehlen. *d. H.*

ſeine Schwingungsgeſetze ausgedruckt werden, zu beſtimmen ſucht. Ueberdies ſind bei ſo manchen klingenden Körpern die Schwingungsgeſetze noch nicht mit hinlänglicher Genauigkeit bekannt, und bei den Schwingungen der Luft in Blas-Inſtrumenten trifft die Erfahrung nicht einmahl mit der gewöhnlichen Theorie ganz überein. Bisher iſt meines Wiſſens kein anderes Mittel bekannt geworden, um die Geſchwindigkeiten der Schwingungen durch unmittelbare Erfahrung zu finden, als das, welches Herr Kapellmeiſter Sarti in Petersburg angegeben hat, da er von zwei 5 Fuſs langen Pfeifen die eine vermittelſt eines Schiebers verkürzte, und fand, daſs, wenn die Längen der Pfeifen ſich wie 99 : 100 verhielten, das Zuſammentreffen der Schwingungen, das ſich durch einen trommelartigen Schlag merklich machte, in jeder Sekunde einmahl geſchah, woraus folgte, daſs die in der kürzern Pfeife befindliche Luft in einer Sekunde 100 Schwingungen machte. Er ſchloſs hieraus, daſs das eingeſtrichene A, wonach dort die dritte Saite der Violine geſtimmt wird, in einer Sekunde 436 Schwingungen mache. Es ſind hierunter aber doppelte Schwingungen zu verſtehen, die aus einem Hingange und Rückgange zuſammengeſetzt ſind, ſo wie ſolche auch von Newton und Sauveur *eine* Schwingung genannt werden. Wenn man aber, wie es gewöhnlicher iſt, jeden einzelnen Schlag, (eben ſo wie bei dem Pendel,) eine Schwingung nennt, ſo macht dieſes $\bar{a}$ in einer Sekunde 872 Schwingungen.

Die leichteſte und einfachſte Art, die Zahl der Schwingungen bei einem jeden Tone ſogleich durch den Augenſchein zu beſtimmen, wird ſeyn, wenn man einem klingenden Körper, der überall eine gleiche Dicke und Conſiſtenz hat, eine ſolche Länge giebt, daſs man die Schwingungen, (welche ſodann aber noch nicht hörbar ſind,) bequem zählen und mit den Schwingungen eines Sekunden - Pendels vergleichen kann, und ihn nachher ſo weit abkürzt, daſs er mit dem zu unterſuchenden Tone im Einklange iſt, hierauf aber die Länge, bei welcher er dieſen Ton giebt, mit der Länge, bei welcher man eine gewiſſe Zahl von Schwingungen in einer Sekunde abgezählt hatte, vergleicht.

Anfangs vermuthete ich, eine Saite möchte ſich dazu gebrauchen laſſen, wenn man ihr eine ſolche Länge gäbe, daſs ſie bei einer gewiſſen Spannung, (welche, zu mehrerer Genauigkeit, durch ein angehängtes Gewicht bewirkt werden müſste,) etwa 1, 2 oder 4 Schwingungen in einer Sekunde machte, und wenn man dann die Saite durch einen untergeſetzten Steg ſo weit abkürzte, bis man den verlangten Ton erhielte. Das Verhältniſs der Längen des klingenden Theils zur Länge der ganzen Saite giebt ſogleich die verlangte Zahl der Schwingungen, da dieſe Zahl im umgekehrten Verhältniſſe der Saitenlänge ſteht. Bei einigen deshalb angeſtellten Verſuchen fand ich aber, daſs wegen mancher Kreisbewegungen, die ſich unter die ſchwingenden Bewegungen der Saite mengten, wie auch wegen

der mancherlei Schwingungen der aliquoten Theile, die Hauptschwingungen der ganzen Saite sich nicht mit der erforderlichen Genauigkeit beobachten liefsen.

Am besten schickt sich zu Versuchen dieser Art ein schmaler und nicht allzu dicker, aber hinreichend langer *Stab* oder *Streifen* von *Eisen*, oder *Messing*, oder einem andern hinlänglich elastischen Metalle. Er mufs, so viel als möglich, überall von gleicher Dicke seyn, daher es gut seyn würde, wenn man ihn vorher durch ein Streckwerk gehen liefse. Die Streifen oder parallelepipedischen Stäbe, deren ich mich bedient habe, sind etwa 2 Ellen lang, einen halben Zoll breit, und beinahe eine Linie dick; übrigens sind die Dimensionen ganz willkührlich. Die Ursache, warum ein solcher Stab mehrere Breite als Dicke haben mufs, ist, weil manche ausserdem mit eintretende Seitenbewegungen oder Kreisbewegungen, welche die Beobachtungen erschweren würden, dadurch verhindert werden. Einen solchen Stab oder Streifen spannt man in einen ganz unbeweglichen Schraubenstock so weit ein, dafs der hervorragende Theil lang genug bleibt, um so langsame Transversal-Schwingungen zu machen, dafs man sie nicht hören, wohl aber mit Hülfe einer Sekunden-Uhr, deren Schläge man hört, abzählen kann. Die Länge des Stabes, welche erfordert wird, um die beobachtete Zahl der Schwingungen zu geben, bemerkt man durch einen Strich. Wenn man nun wissen will, wie viele Schwingungen ein gegebener Ton in einer Sekunde

macht, fo fpannt man den Stab fo weit in den Schraubenftock ein, dafs der hervorragende Theil kurz genug ift, um, wenn man ihn mit dem Finger fchlägt oder reifst, oder, noch beffer, nicht allzu weit von dem Ende mit dem Violinbogen ftreicht, den beftimmten Ton zu geben. Hieraus findet fich denn fehr leicht die Zahl der Schwingungen, welche diefer Ton in einer Sekunde macht, durch Vergleichung des kürzern Theils, der diefen Ton gab, mit dem längern Theile, deffen Schwingungen man abgezählt hat. Nur ift hierbei zu bemerken, dafs an einem Stabe, wenn blofs die Länge fich verändert, die Töne bei einerlei Schwingungsart fich nicht etwa, wie an einer Saite, wie die umgekehrten Längen, fondern wie die umgekehrten *Quadrate* der Längen verhalten.

Man kann fich die Sache noch mehr erleichtern, und einen folchen Stab als *Tonometer* oder als Maafsftab der Schwingungszahlen aller Töne gebrauchen, wenn man ihn im voraus gehörig dazu abtheilt. Wollte man fich eines fo langen und fo dünnen Stabes bedienen, dafs das aus dem Schraubenftocke hervorragende Stück eine Schwingung in einer Sekunde macht, (nämlich fo, dafs feine einzelnen Schläge mit den Schlägen eines Sekunden-Pendels gleichmäfsig find;) fo würde der Stab, wenn man nur die Hälfte des vorigen Stücks hervorragen läfst, 4 Schwingungen in einer Sekunde machen. Es würde aber ganz unnütz und unbequem feyn, fich eines fo langen Stabes zu bedienen. Ich rathe alfo, dem *Stabe nur* eine folche Länge zu

geben, daſs er, wenn man ihn nahe am Ende einſpannt, in einer Sekunde 4 Schwingungen macht, welche ſich ſehr bequem und mit aller Genauigkeit abzählen laſſen. Verkürzt man dieſen ſchwingenden Theil um die Hälfte durch ein neues Einſpannen, ſo wird dieſer halb ſo lange Theil des Stabes in einer Sekunde 16 Schwingungen machen, die man aber weder wird zählen, noch hören können, weil ſie zu ſchnell ſind, um gezählt, und zu langſam, um gehört zu werden. Spannt man aber den Stab von neuem ſo ein, daſs von dem Theile, welcher vorher 16 Schwingungen machte, nur die Hälfte hervorragt, ſo muſs dieſe Hälfte, (oder dieſer vierte Theil der erſtern Länge, wo 4 Schwingungen geſchahen,) nunmehr 64 Schwingungen machen, und man wird einen ſehr tiefen Ton hören, welcher mit dem 16füſsigen oder Contra-C übereinkommt. Die Hälfte dieſer Länge, oder der achte Theil der erſtern, (4mahl ſchwingenden,) wird 256mahl in einer Sekunde ſchwingen, und man wird das 4füſsige oder ungeſtrichene C hören. Eben ſo wird man bei jeder weitern Verkürzung des Stabes um die Hälfte, einen Ton erhalten, der um 2 Octaven höher iſt; man wird auch die Zahl der Schwingungen aller dazwiſchen liegenden Töne ſehr leicht finden können, wenn man immer darauf Rückſicht nimmt, daſs die Töne ſich wie die umgekehrten Quadrate der Längen verhalten, und alſo ein ſolcher Stab, wenn er als Tonometer gebraucht werden ſoll, nach den Qua-

dratwurzeln der Tonverhältnisse abgetheilt werden muss.

Will man etwa eine andere Abzählung, z. B. von 3 oder 5 Schwingungen in einer Sekunde, zum Grunde legen, so ist es ganz eben dasselbe. Mehr als 6 einfache Schwingungen in einer Sekunde möchten sich wohl schwerlich mit Genauigkeit abzählen lassen.

Es lassen sich auch noch *auf eine andere Art*, vermittelst eines solchen Stabes, *die Schwingungszahlen der Töne bestimmen*. Ein Stab, der an einem Ende befestigt und an dem andern frei ist, kann, ausser der jetzt erwähnten Bewegungsart, wo er ganz schwingt, so wie jeder klingende Körper, auch andere Schwingungsarten annehmen, bei denen er sich in schwingende Theile eintheilt, welche durch Schwingungsknoten von einander abgesondert sind. Es verhält sich, nach der Theorie Daniel Bernoulli's und Eulers, und nach der Erfahrung, die erste Schwingungsart, wo er ganz schwingt, zu der zweiten, wo ein Schwingungsknoten vorhanden ist, wie 4 zu 25, und von dieser zweiten an gerechnet, verhalten sich die Töne der übrigen Schwingungsarten wie die Quadrate von 3, 5, 7, 9 u. s. w., und mithin kommen alle mögliche Töne mit den Zahlen 4, 25, $69\frac{4}{9}$, $136\frac{1}{9}$, 225 u. s. w. überein. Wenn man nun den Stab so in den Schraubenstock gespannt hat, dass man, wenn er ganz schwingt, 4 Schwingungen in einer Sekunde zählt, so wird der 2te Ton noch nicht hörbar seyn, oder sich

nur durch eine dumpfe Erschütterung zu erkennen geben, der dritte wird aber etwas tiefer als Contra D, der vierte wird ungefähr Cis, der fünfte B seyn, u. s. w., welche Töne man bei gehörigem Verfahren durch Streichen mit dem Violin-Bogen leicht wird erhalten können. Eben so, wenn man die Länge des Stabes um die Hälfte verkürzt, daſs er bei seiner einfachsten Bewegungsart 16 Schwingungen in einer Sekunde macht, wird er bei der zweiten Bewegungsart 100 Schwingungen machen, wobei man ungefähr Contra-Gis hören wird u. s. w.

L. Euler giebt in *tentam. nov. theor. mus.*, Cap. I, für das 8füſsige C 118 Schwingungen in einer Sekunde an, und in einem neuen Aufsatze: *de motu aëris in tubis*, §. 62, in *Nov. Comm. Petrop.*, Tom. XVI, 125 Schwingungen; bei einer an Saiten angestellten Beobachtung von *Marpurg*, die er in der Vorrede zu seinem Versuche über die Temperatur erwähnt, fanden sich ungefähr 124 Schwingungen. Nach der Angabe des Kapellmeisters Sarti, welcher für das eingestrichene A 436 doppelte, oder 872 einfache Schwingungen fand, würde das groſse oder 8füſsige C beinahe 131 Schwingungen machen. Die Ursache der Verschiedenheit der Angaben liegt darin, weil man ehemahls die Instrumente nicht so hoch zu stimmen pflegte, als jetzt, und auch jetzt sie nicht an allen Orten gleich hoch stimmt. Ich habe hier für das 8füſsige C 128 Schwingungen als eine mittlere Zahl angenommen, welches die Bequem-

lichkeit hat, daſs, weil man doch gewöhnlich die Verhältniſſe der Töne auf das als Grundton angenommene C zu reduciren pflegt, man jedes C als irgend eine Verdoppelung von 1 anſehen, und alſo bei den Verhältniſſen der Töne ſich auch deren abſolute Schwingungszahlen mit mehrerer Leichtigkeit zugleich vorſtellen kann.

Da durch die faſt überall immer mehr zunehmende Höhe der Stimmung für die Ausübung nichts gewonnen wird, ſo möchte es wohl am rathſamſten ſeyn, eine ſolche Tonhöhe, wo die Zahl der Schwingungen in einer Sekunde bei einem jeden C eine Potenz von 2 iſt, als *feſte Tonhöhe* anzunehmen; man würde ſie vermittelſt des hier angegebenen Tonometers an allen Orten ſehr leicht, und mit mehrerer Genauigkeit erhalten können, als den von Sauveur vorgeſchlagenen feſten Ton, welcher durch eine 5 Pariſer Fuſs lange Orgelpfeife hervorgebracht werden ſoll, wo aber, weil die ſpecifiſche Elaſticität der Luft durch Wärme und Kälte ſich ſehr verändert, der Ton nicht immer einerlei Höhe behalten kann. Die hier vorgeſchlagene feſte Tonhöhe würde mit der, welche an den meiſten Orten gewöhnlich iſt, ziemlich genau überein kommen, und nur um ein Weniges niedriger ſeyn, als die hohe Stimmung, deren man ſich an manchen Orten, und, nach der Angabe des Herrn Kapellmeiſters Sarti, auch in Petersburg bedient.

II.

BEMERKUNGEN

über den Gang des Barometers,

von

LEOPOLD VON BUCH

in Berlin. *)

Es ist zu verwundern, dafs man, nach so langer Beobachtung des Barometers, doch noch immer über die Abhängigkeit des Barometer-Standes vom Zustande der Atmosphäre in so gänzlicher Unwissenheit schwebt, und von den Veränderungen desselben so wenig Rechenschaft zu geben weifs. Ich möchte daraus schliefsen, dafs man einen andern Weg als bisher einschlagen müsse, um darüber ins Reine zu kommen. Man nimmt mehrentheils an, dafs die Veränderungen des Barometer-Standes sich nach der Witterung und dem Himmel richten; allein sollte man sich hier nicht in Ursach und Wirkung geirrt haben? Läfst es sich wohl denken, dafs die völlige Auflösung eines Salzes schwerer sey, als

*) Bei der Rückreise des Verfassers, (nach einem mehrjährigen Aufenthalte, zum Theil in der Gesellschaft Alex. von Humboldt's, in den Gebirgen des südlichen Deutschlands, den Apenninen und zu Rom,) über Paris, für Delamétherie's *Journal de Physique* geschrieben, wo man das Original dieses Aufsatzes, t. 5, p. 85—91, findet. *d. H.*

das Menstruum, in welchem das Salz noch unaufgelöst schwimmt; und sollte es wohl möglich seyn, daſs die Luft, wenn sie mit sichtbaren Wasserdünsten erfüllt ist, weniger wöge, als wenn die Wasserdämpfe in ihr gleichförmig und unsichtbar vertheilt sind?

Beim Ausbruche des Vesuvs im Jahre 1794, als ein Aschenregen die umliegenden Gegenden verfinsterte, aus der Meilen hohen Rauchsäule, welche aus dem Krater stieg, rings umher Blitze ausfuhren, die Luft in einem sonst nie erhörten Grade negativ electrisch war, und zerstörende Regengüsse hinabstürzten, waren alle meteorologischen Instrumente in der gröſsten Unruhe; das einzige Barometer behielt seinen Stand während der 10 Tage des stärksten Ausbruchs unverändert, oder veränderte ihn höchstens um $\frac{1}{2}$ Linie. Ich schlieſse daraus, *daſs die Barometer-Höhe und deren Veränderung nicht von dem Zustande der Oberfläche unsrer Erde abhängt*, sondern daſs ihre Ursach weiter zu suchen ist, *und daſs sie, gleich den Jahrszeiten, den Tageszeiten, dem Mondlaufe etc., cosmische Wirkungen* sind.

Ein beständiges Gesetz in den Veränderungen des Barometer-Standes für unsre ganze nördliche Halbkugel scheint es zu seyn, *daſs der Luftdruck im Winter bei weitem veränderlicher als im Sommer ist*, und daſs der höchste und fast auch der niedrigste Barometer-Stand mitten im Winter, meist im Monat Januar, eintritt, wiewohl um die Herbst-Nacht-

gleiche meift noch niedrigere Barometer-Stände vorkommen. Diefe Veränderungen im Barometer-Stande nehmen ab, fo wie es wärmer wird, bis mitten im Sommer, fo dafs zwifchen 70 bis 50 Grad Breite die Winterveränderungen mehr als noch einmahl fo grofs, als die Sommerveränderungen des Barometer-Standes zu feyn pflegen. — Diefes beweift fehr deutlich die Unabhängigkeit des Barometer-Standes von den Witterungsveränderungen in der untern Atmofphäre. So z. B. fah ich im März 1798 in den Alpen das Barometer in $1\frac{1}{2}$ Tagen um 10 Linien finken, ohne dafs der Himmel fich getrübt, Wind, Regen oder Wolken aufgeftiegen wären, oder die übrigen meteorologifchen Werkzeuge eine merkwürdige Veränderung ausgewiefen hätten. Erft nach 2 Tagen, als das Barometer noch immer, doch minder fchnell, fank, umzog fich der Himmel auf einige Wochen, und es fchneite, welches monatlich, ja wöchentlich, wegen der fchlimmen Jahrszeit der Fall war, ohne dafs das Barometer es durch ein ähnlich ftarkes Fallen vorher verkündigt hätte. Bei Sturm, Gewitter, Platzregen oder Hagelwetter verändert das Barometer feinen Stand nur höchft felten um mehr als 2 Linien; oft gar nicht. Alles diefes find nur *locale*, die Barometer-Aenderungen *generelle* Phänomene.

Eine zweite beftändige, und nicht weniger merkwürdige Regel ift: *dafs die Barometer-Veränderungen abnehmen, je mehr man fich dem Aequator nä-*

hert. In der heiſsen Zone können nur die heftigſten Orkane den Barometer-Stand um einige Linien verändern, und im ganzen Jahre pflegt der gröſste Unterſchied nicht über 4 Linien zu ſteigen, wie die intereſſanten Beobachtungen Caſſans in Domingo, Bouguer's, Condamine's, und die mexikaniſchen Beobachtungen in Cottes *Mémoires* darthun. Dagegen ändert ſich der Barometer-Stand in Petersburg jährlich um 36, oder wenigſtens um 30 Linien, und in Prag, Wien und Paris um 20 bis 24; eine Veränderung, welche in Abſicht der Barometer-Höhe in Italien nie ſtatt findet.

Dieſe beiden Geſetze ſind zwar längſt bekannt, doch ſcheint man ſie nicht gehörig beachtet zu haben. Sonſt würde man die Urſach der Veränderungen im Barometer-Stande ſchwerlich in den Veränderungen der Atmoſphäre geſucht haben, und noch immer den täglichen Barometer-Stand mit Regen, Wind, Näſſe, Nebel und heiterm Wetter in Parallele ſtellen, wobei man bis jetzt ſeine Zeit umſonſt verloren hat. Dagegen ſuche man aus dem Barometer-Stande und ſeiner Veränderung ſelbſt Regeln zu abſtrahiren; ſicher wird uns das eher aus dieſem Dunkel leiten.

Als Beiſpiel mögen die 18jährigen Barometer-Beobachtungen dienen, welche von Mayer und Krafft in Petersburg angeſtellt ſind. Nach ihnen betrug die Veränderung des Barometer-Standes im Mittel aus allen 18 Jahren, im

Januar	15,6	Linien	Juli	7,536	Linien
Februar	14,88	—	August	9	
März	13,416	—	September	12,36	—
April	12,003	—	October	13,954	—
Mai	9,9	—	November	15,96	—
Juni	8,64	—	December	16,68	—

Das Barometer ist in diesen nördlichen Gegenden also nie ohne Veränderung. Die kleinste monatliche Veränderung, im Juli, beträgt in Petersburg doch noch 7,5 Linien, statt dass sie in Rom nicht über 3,3 steigt, und in den heissen Climaten, ja schon in Cairo und Bassora, ganz wegfällt.

Es ist bemerkenswerth, dass dieser Gang der Veränderungen am Barometer *genau mit dem Gange der Temperatur, nach verkehrter Abhängigkeit, übereinstimmt.* Die Jahreszeiten sind in dieser Breite wenig markirt, und folgen schnell auf einander. Der Winter allein hält mehrere Monate lang mit unveränderter Strenge an; während desselben ist die mittlere Temperatur der Monate fast dieselbe, und auch die Veränderungen im Barometer-Stande sind nur wenig verschieden. Im April und Mai endigt sich der Winter, die Newa bricht auf, der Schnee schmilzt, und die Temperatur steigt sehr schnell; eben so schnell nehmen dann die mittlern Veränderungen des Barometers ab. Im Juli ist die Temperatur die grösste und die Barometer-Aenderung am kleinsten. Der Herbst fehlt und der Winter folgt unmittelbar auf den Sommer, indem

die Temperatur von ihrer größten Höhe sehr schnell herabsinkt. Das bezeugt auch die große Verschiedenheit der Barometer-Veränderungen zwischen dem August und September. Diese Veränderungen allein hätten uns schon belehren können, daſs der Ort der Beobachtung nur 2 Monat Sommer, dagegen 9 Monat Winter habe, und daſs die Uebergänge beider Jahrszeiten in einander zwischen April und Mai und zwischen August und September fallen. So genau sind die Veränderungen im Barometer-Stande an einem Beobachtungsorte den mittlern Temperaturen verkehrt proportional. Und das ist das *dritte allgemeine Gesetz in den Erscheinungen am Barometer.* Zur anderweitigen Bestätigung desselben füge ich noch die Resultate aus des Astronomen Strnadt 30jährigen Barometer-Beobachtungen in *Prag* bei.

Im	Mittel aus den Barometer-Veränderungen.	Mittlere Temperatur.
Januar	12,35 Linien	1°,2
Februar	12,	0,2
März	10,3	2,3
April	9,7	6,7
Mai	8,7	12,1
Juni	6,5	15
Juli	6,7	17
August	6,3	17,2
September	9,06	12,8
October	10	7,9
November	11	3,6
December	11,98	0,5

Da die mittlern Thermometer-Stände schwerer zu finden und ungewisser sind, (für Vicenza bestimmten sie zwei Physiker, die genau, nur zu verschiedenen Stunden, beobachteten, einer auf 9°, der andere auf 12°;) so können uns die mittlern Barometer-Veränderungen über das Clima eines Orts fast selbst sicherer, als das Thermometer belehren.

III.

III.

BESCHREIBUNG
eines verbesserten Barometers,

von

J. H. Müller

Oberster und Hof-Baudirector zu Darmstadt. *)

Es ist eine ausgemachte Sache, dass das einfache Gefäss-Barometer für Wetterbeobachtungen am bequemsten, und dass dasjenige am vorzüglichsten ist, dessen Gefäss aus einer grossen gläsernen angeblasenen Kugel bestehet, in so fern das Barometer auch sonst nach den bekannten Vorschriften gehörig verfertigt, und nach einem de Lücschen Normal-Barometer regulirt ist.

*) Herr Oberst und Hof-Baudirector Müller, dessen grosser Scharfsinn in mechanischen Anordnungen schon längst, besonders durch seine Rechen-Maschine, im Publiko bewährt ist, bemerkt in einem Briefe an den Herausgeber der Annalen, dass, seit dieser Aufsatz geschrieben war, er ein solches verbessertes Barometer habe verfertigen lassen, welches seiner Erwartung vollkommen entspreche, und durch die grosse Bequemlichkeit, die es für einen beständigen Witterungsbeobachter hat, die Karoline, die es höchstens mehr als ein gutes gewöhnliches Barometer kostet, vollkommen bezahlt mache. Er ist Willens, mehrere dergleichen durch den bekannten geschickten Künstler Ciarcy in Darmstadt verfertigen zu lassen. *d. H.*

Hölzerne Gefäſse ſind dem nicht zu beſtimmenden Einfluſſe der Wärme und Feuchtigkeit zu ſehr unterworfen, und können daher den Barometer-Stand in etwas unrichtig machen. Das gläſerne Gefäſs leidet zwar auch eine geringe Veränderung, doch nur durch die Wärme *allein*, und dieſe Veränderung bleibt immer verhältniſsmäſsig. Die Ausdehnung des Queckſilbers in demſelben, wodurch es von der Gefrierkälte bis zur Siedhitze höchſtens nur $\frac{1}{10}$ par. Linien erhoben wird, kann alſo für die Berichtigung des Barometer-Standes, mittelſt des dabei angebrachten Thermometers, wenn man die gröſste Genauigkeit verlangt, ebenfalls in Rechnung gebracht werden. Ich ſchreibe dieſes nur für Kenner der Barometer, und bin darum hierbei nicht weitläuftiger.

Indeſſen hatte doch dieſes Gefäſs-Barometer bisher noch zwei Unvollkommenheiten oder Unbequemlichkeiten. Die *eine* iſt, daſs das Queckſilber im Gefäſse bei verändertem Luftdrucke nicht gleiche Höhe behält, folglich den Barometer-Stand an einer feſten Skale unrichtig macht. Man hat zwar auf Mittel geſonnen, dieſe Queckſilberfläche unveränderlich zu machen, wegen anderer dadurch entſtehender Fehler iſt man aber dabei geblieben, *entweder* die Skale verſchieblich zu machen, damit man ihren Anfang auf die Queckſilberfläche im Gefäſse ſchieben kann, *oder* daſelbſt noch eine kleine feſte Skale anzubringen, um auch hier, wie bei dem de Lücſchen Heber-Barometer, die Veränderung zu

beobachten und ſolche dem obern Barometer-Stande zuzuſetzen. Wie unbequem aber jede Art iſt, da man auſserdem noch den Thermometer-Stand nehmen und zur Barometer-Höhe zuſetzen oder davon abziehen muſs, wird jeder wiſſen, der oft und genau beobachtet. Auch geben ſie keine vollkommene Genauigkeit, weil das Queckſilber im Gefäſse mit der Zeit an der Oberfläche verkalkt wird, und eine Haut bekommt, die ſich an das Glas hängt, da denn der Rand des Queckſilbers ſich nicht ſcharf abſchneidet. Ein elfenbeinerner Schwimmer, wodurch man dieſem abhelfen wollte, würde ſich wegen der ihn umgebenden Haut auch nicht immer gleich viel einſenken. Im de Lüc'ſchen Heber-Barometer, das nur zu Höhenmeſſungen und zur Regulirung der Gefäſs-Barometer, alſo ſelten gebraucht wird, kann wohl der kurze Schenkel von der Haut leicht gereinigt werden; bei dem Gefäſs-Barometer hingegen würde dieſes unbequem ſeyn.

Sonderbar, daſs noch Niemand auf den einfachen Gedanken gekommen iſt, die gewöhnliche oben befeſtigte Barometer-Skale um ſo viel zu verkleinern, als es das Verhältniſs der Oberflächen des Queckſilbers im Gefäſse und in der Röhre erfordert! — Wenigſtens iſt dieſes Mittel meines Wiſſens noch nicht bekannt gemacht worden, da man doch daran dachte, am Heber-Barometer nur oben eine Skale anzubringen, und ſolche um die Hälfte zu verkleinern, damit man nicht zwei Maaſse nehmen dürfte. Obgleich ſolches an dieſem Baro-

meter wegen anderer Urſachen nicht anwendbar iſt, ſo läſst es ſich doch gar wohl an einem Gefäſs-Barometer auf ähnliche Art folgendermaſsen machen.

Die Oberfläche des Queckſilbers im Gefäſse ſey zum Beiſpiele 20mahl gröſser als die in der Röhre; der Druck der Luft nehme um 21 pariſer Linien der Queckſilberſäule bei unveränderter Temperatur zu: ſo wird das Queckſilber im Gefäſse 1 Linie fallen, und das in der Röhre 20 Linien ſteigen, alſo daſelbſt nur 20 Linien anzeigen. Man hat demnach nichts weiter nöthig, als 20 pariſer Linien dieſer Skale in 21 Theile zu theilen, und jeden Theil für eine pariſer Linie gelten zu laſſen, ſo wird das Barometer ohne alle Künſteleien und Mühe den richtigen Stand von ſelbſt anzeigen, auch mit einem vollkommenen Heber-Barometer, in gleicher Temperatur, wenn es einmahl danach regulirt iſt, jederzeit ſo genau als ein anderes Heber-Barometer übereinstreffen.

Je gröſser indeſſen der Durchmeſſer des Gefäſses iſt, deſto gröſser bleibt die Skale, und um ſo empfindlicher und richtiger wird das Barometer ſeyn, weil alsdann der Einfluſs, den die gedachte Haut auf den Barometer-Stand haben möchte, geringer wird, und weil die Veränderung der Queckſilberhöhe im kugelförmigen Gefäſse, worin das Queckſilber bis in die Mitte reichen muſs, kleiner wird, folglich ſich die Lage der gläſernen Wand am Queckſilberrande weniger ändert, welche bekanntlich auch einen Einfluſs auf den Barometer-Stand

hat. Der Durchmesser des Gefäfses kann bequem 7 bis 8mahl gröfser als der der Röhre seyn. Um aber hierbei doch nicht sehr viel Quecksilber zu bedürfen, (wodurch auch der Einflufs der Wärme gleichförmiger würde,) könnte die Kugel, nachdem sie geblasen ist, unten etwas eingedrückt werden, wie Taf. I, Fig. 1, zeigt. Könnte sie erst, nach Fig. 2, *a*, in der Mitte etwas cylindrisch geblasen werden, wie ich glaube, so wäre es noch besser.

Die *andere* Unbequemlichkeit der Barometer ist diese: dafs man den Einflufs der Wärme jedesmahl vermittelst des dabei angebrachten Thermometers, *wenigstens* durch Addition oder Subtraction, berichtigen mufs, wenn man den Stand genau wissen will. Ich sage: wenigstens, denn zur gröfsten Genauigkeit würde bekanntlich noch mehreres Rechnen nöthig, oder eine dazu verfertigte grofse Tabelle nachzusehen seyn.

Für Wetterbeobachtungen habe ich die Art hinreichend genau gefunden, da man eine blofs für diejenige mittlere Barometer-Höhe des Orts, welche aus vielen Beobachtungen gefunden worden ist, berechnete Thermometer-Skale anbringt, und so viel 10tel- oder 16tel-Linien vom Barometer-Stande abzieht oder dazu setzt, als das Thermometer Grade *über* oder *unter* der angenommenen Temperatur zeigt. Stehet nun das Barometer über oder unter seinem mittlern Stande, wovon es nur höchstens $1\frac{1}{4}$ Zoll abweicht, (so wird der Fehler, (und das nur äufserst selten,) kaum $\frac{1}{20}$ Linie, und

in den Refultaten, die man aus den Beobachtungen zieht, noch weit weniger betragen, weil fich diefe dem mittlern Barometer-Stande und der mittlern Temperatur fehr nähern.

Indeffen ift es für einen beftändigen Wetter-beobachter fchon fehr unbequem, immer addiren oder fubtrahiren zu müffen, zumahl weil man die dabei vorkommenden Brüche nicht gern aus der Acht läfst, da denn bei andern Gedanken, oder wenn man das Auffchreiben in Abwefenheit einem Andern anvertrauen mufs, oft geirrt werden kann.

Ja, auch Manchem, der nicht beftändig beobachtet, fondern nur zuweilen wiffen will, ob das Barometer geftiegen oder gefallen ift, welches doch ohne Berichtigung der Wärme nicht immer zu fehen ift, wird es angenehm feyn, wenn er nicht rechnen darf, fondern nur einen am Thermometer befindlichen Zeiger an den Stand deffelben zu fchieben braucht und alsdann fchon den Barometer-Stand berichtigt findet.

Hierzu wird nun freilich einige Künftelei erfordert, diefe ift aber ziemlich einfach, und kann, wie fonft wohl manche Künfteleien, der Hauptfache auf keine Weife nachtheilig werden.

Die befte Einrichtung wird folgende feyn: Der Theil des Barometer-Bretts, worauf die Skale gezeichnet wird, *bc*, (Taf. I, Fig. 2,) läfst fich etwa 4 bis 5 Linien auf- und niederfchieben, weswegen das ungefähr 1 Zoll dicke Brett dafelbft ganz durchbrochen, und ein $\frac{3}{8}$ Zoll dickes Brettchen

eingesetzt ist, worauf sich die Skale befindet. Dieses verschiebliche Brettchen ist also auch in Fig. 3, welche die hintere Seite des Barometers vorstellt, bei *b c* zu sehen.

Der neben dem Thermometer befindliche Zeiger *d*, (Fig. 2,) ist hinten an ein langes prismatisches Holz, *ef*, (Fig. 3,) befestigt. Dieses $\frac{1}{2}$ Zoll dicke Holz ist in das Barometer-Brett ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll tief eingelassen, und läſst sich vermittelst des Zeigergriffs auf- und niederschieben.

Das Brettchen *b c* und der Zeiger *d* sind durch einige Hebelarme von Messing so mit einander verbunden, daſs, wenn der Zeiger auf den Thermometer-Stand geschoben wird, die Barometer-Skale sich so viel verschiebt, als es die Correction wegen der Wärme erfordert. Zu dem Ende ist das Barometer-Brett hinten bei *cf* $\frac{1}{4}$ Zoll tief ausgehöhlt oder vertieft, und in der Mitte ein Hebelarm, *gh*, in *h* an das Brett so befestigt, daſs er sich um einen Zapfen drehen kann. In *g* ist dieser Arm durch ein bewegliches Stänglein *gd* mit dem Zeiger, oder vielmehr mit dem hintern Ende eines Stücks Messing, *d*, verbunden, an dessen vordern Theil der Zeiger und dessen Handgriff *d*, (Fig. 2,) befestigt ist.

An das Skalen-Brettchen *b c* wird hinten ein lothrechter Arm *ik* fest angeschraubt, welchen ein kleines bewegliches Stänglein *lk* mit dem Hebel *gh* in *l* verbindet, und an dem bei *h* verlängerten Hebel sitzt ein bleiernes Gewicht *m*, das mit der Schwere der Schieber und Stänglein das Gleichge-

wicht hält, damit alles in jeder Lage ſtehen bleibt. Das Holz *ef* dient nur dazu, daſs der daran befeſtigte Zeiger *d* genau ſeine wagerechte Lage behält, und ſich alles ſanfter ſchieben läſst. Damit aber dieſes nicht von ſelbſt durch irgend eine Erſchütterung geſchehen kann, iſt an jeder Seite des Skalen-Bretts *bc* und des Schiebers *ef* ein krummes Stückchen von einer Sackuhrfeder eingelaſſen, welches ſich in den Falzen anſtemmt.

Am beſten iſt es, dem Hebel *gm* eine wagerechte Lage zu geben, wenn der Zeiger *d* an dem + 10ten Reaumüriſchen Grade ſtehet, auf welche temperirte Wärme der Barometer-Stand von den meiſten reducirt wird. Hier iſt der Hebel zu mehrerer Deutlichkeit in einer Lage gezeichnet, wobei der Thermometer-Zeiger tief herunter geſchoben iſt.

Alles kommt nun auf das richtige Verhältniſs der Entfernungen der 3 Zapfen des Hebels *glh*, und der Längen der Stänglein *lk* und *gd* an.

Man ſucht, welche Ausdehnung das Queckſilber im Barometer bei deſſen mittlerm Stande hat, oder wie viel es ſich dabei von der Gefrierkälte bis zur Siedhitze erhöhen würde, und wie groſs die Entfernung des Siedepunktes vom Gefrierpunkte des Thermometers iſt, und macht dieſen beiden Maaſsen die Entfernungen der Hebelzapfen, *hl* und *hg*, und die Stänglein *lk* und *gd* proportional. Auch kann hierbei auf die Ausdehnung der meſſingenen Stänglein Rückſicht genommen wer-

den, wiewohl dies im äuſserſten und ſeltenſten Falle nur $\frac{1}{80}$ Linien Abweichung vom richtigen Barometer-Stande verurſachen kann.

Damit die beiden Zapfen *h* und *l* nicht allzu nahe zuſammen kommen, muſs man ein Queckſilber-Thermometer nehmen, deſſen Länge vom Gefrier- bis zum Siedepunkte nicht allzu groſs und ungefähr nur $3\frac{1}{2}$ bis $4\frac{1}{2}$ Pariſer Zoll iſt. Wollte man den Hebel von *g* bis *h* länger als $2\frac{1}{4}$ Zoll machen, ſo würde das Barometer-Brett über 6 Zoll Breite erhalten müſſen.

Auf dieſe Art, und wenn man die oben gedachte geringe Abweichung nicht achtet, iſt gar keine Skale am Thermometer nöthig. Allenfalls kann man, da man doch auch zuweilen die Grade der Stubenwärme wiſſen möchte, eine gewöhnliche Reaumüriſche Skale daran zeichnen.

Wer aber die gröſste Genauigkeit verlangt, kann daran eine beſondere gitterförmige Gradleiter, ungefähr wie diejenige verfertigen, welche de Lüc für jede Barometer-Höhe durch Abſciſſen und Ordinaten zu zeichnen gelehrt hat. Doch iſt die hier nöthige Leiter weit leichter als jene zu zeichnen und zu beobachten. Man kann die lothrechte Linie *np*, Fig. 4, worauf das Thermometer-Rohr befeſtigt wird, in willkührliche Grade eintheilen, alſo dazu, wegen obigen Nutzens, auch die Reaumüriſche Eintheilung erwählen. Dieſe Gradtheilung wird nun für die mittlere Barometer-Höhe angenommen, welche z. B. hier $27\frac{3}{4}$ Zoll iſt, und wo

der höchste Stand wenig über $28\frac{1}{2}$ und der tiefste nahe über $26\frac{1}{2}$ Zoll ist. Man ziehet demnach rechts von jener Linie, in beliebigen, doch gleichen, Entfernungen, noch 3 und links 5 lothrechte Linien für die Barometer-Stände von Viertel- zu Viertelzollen; durch den + 10ten Reaumürischen Grad der Skale *np* aber eine Horizontallinie *qr*. Alsdann wird die Linie für $26\frac{1}{2}$ Zoll folgendermaßsen eingetheilt: Man verkürzt hier den Raum zwischen dem Eis- und Siedepunkte nach dem Verhältnisse, in welchem $27\frac{3}{4}$ Zoll mit $26\frac{1}{2}$ Zoll stehen, und theilt diese Länge auch in 80 Grade ein, doch so, daſs der + 10te Grad ebenfalls in gedachte Horizontallinie kommt. Endlich zieht man durch die correspondirenden Grade Zwerchlinien bis an die für $28\frac{1}{2}$ Zoll bestimmte lothrechte Linie, wovon man aber nur so viel Grade durchzieht, als in der Luftwärme vorkommen. Der Zeiger muſs genau wagerecht, und so lang seyn, daſs er die Linie für $26\frac{1}{2}$ Zoll erreicht, wie dieselbe bei *qr* punktirt zu sehen ist.

Dieser Skale bedient man sich folgendermaſsen: Steht das Barometer auf $27\frac{3}{4}$ Zoll oder nahe daran, so schiebt man den Zeiger nur an das Ende des Quecksilbers im Thermometer, ohne sich um diese Gradleiter zu bekümmern. Steht aber das Barometer tiefer oder höher, z. B. auf oder zunächst an $28\frac{1}{2}$ Zoll, so sieht man, welcher Querlinie der Thermometer-Stand am nächsten ist, und rückt den Zeiger mit seinem obern wagerechten Stande dahin, wo diese Linie die dem Barometer-Stan-

de von $28\frac{1}{2}$ Zoll entſprechende lothrechte Linie ſchneidet, wobei man denn auch auf Theile eines Grades Rückſicht nehmen kann. Stünde z. B. das Thermometer auf + $15\frac{1}{4}$ Grad an der Theilung *np*, ſo muſs der Zeiger auch auf $15\frac{1}{4}$ Grad der für obige $28\frac{1}{2}$ Zoll geltenden Linie geſchoben werden.

Man hat alſo auch hierbei nur den Thermometer - Zeiger zu ſchieben, ohne zu addiren oder zu ſubtrahiren. Indeſſen *kann*, wie geſagt, *an einem bloſs für Wetterbeobachtungen beſtimmten Barometer dieſe Gitter - Skale ganz wegbleiben.*

Die Bequemlichkeit dieſer Erfindung iſt wirklich gröſser als man anfänglich glaubt. Im Frühjahre und Herbſte ändert ſich die Temperatur in den Zimmern oft in mehrern Tagen nicht. Dies geſchieht auch zuweilen im Sommer, ja ſelbſt im Winter, ſo lange das Zimmer in gleicher Wärme erhalten wird. Man hat alſo in dieſen Fällen ſogar nicht einmahl nöthig, den Zeiger zu ſchieben, ſtatt daſs bei bisher gewöhnlichen Barometern doch immer eine Correction für einige Grade abgezogen oder zugeſetzt werden muſs, wenn das Thermometer nicht juſt auf dem + 10ten Reaumüriſchen Grade ſtehet, welche Temperatur den meiſten Perſonen in der Stube zu kühl, alſo ſelten iſt.

Will man das gläſerne Gefäſs zur Sicherheit gegen Anſtoſsen mit einem Käſtchen umgeben laſſen, ſo muſs dieſes durchlöchert ſeyn, damit die Verän-

derung der Wärme auf das Gefäſs eben ſo bald als auf die freie Röhre wirken könne.

Für die, welche den Stand nicht aufſchreiben, und doch oft ſehen wollen, ob das Barometer geſtiegen oder gefallen iſt, wird ein auf dem Skalen-Brettchen rechter Hand angebrachter verſchieblicher Zeiger nützlich ſeyn.

Weil das Barometer - Brett wegen des Hebels *ghm* etwas breiter als ein gewöhnliches ſeyn muſs, ſo könnte die Breite des Skalen-Brettes in Gegenden, wo man ſchon vieljährige Beobachtungen angeſtellt hat, dazu benutzt werden, die höchſten und tiefſten Stände darauf zu zeichnen, wovon ich ein Beiſpiel aus *hieſigen 30jährigen*, obgleich nicht ganz vollſtändigen, *Beobachtungen*, auf Taf. II gebe. Man ſieht darin, wie klein der Bewegungsraum im Sommer iſt. Es kann alſo dienen, um zu ſehen, ob der Barometer-Stand nahe an der Grenze iſt, oder dieſe überſchreitet, wobei denn gewöhnlich, — zumahl bei den tiefſten Ständen — auſserordentliche Witterung erfolgt oder gegenwärtig iſt. *) Ich

*) Gewiſs eine ſehr lehrreiche meteorologiſche Zeichnung, welche, in Beziehung auf den vorhergehenden Aufſatz des Herrn von Buch, hier doppelt intereſſant wird, da man ſie ſogleich zur Prüfung ſeiner ſcharfſinnigen Ideen anwenden kann. Möchte doch jemand auf eine ähnliche Art alle zuverläſſigen meteorologiſchen Beobachtungen, ſo viel wir deren von verſchiedenen Orten beſitzen, in einen meteorologiſchen Atlaſs zuſammen zeichnen. Was in Zahlen ausgedrückt, kaum möglich

will hier nur die bei einigen *höchsten* und *tiefsten Ständen* in den Jahren 1768 bis 1798 gewesene Witterung bemerken.

Bei den *höchsten* Ständen ist es im Januar meist windstill und neblig gewesen; im Februar, März, November und December trübe und still; im April, Mai, September und October heiter und windig, (im Jahre 1788 am 10ten October vorher Sturmwind;) im Juni, Juli und August heiter und still.

Bei den *tiefsten* Ständen am 18ten Juni 1771 Regen und 2 Tage vorher ein Erdbeben, am 12ten August 1771, 29sten September 1786, 6ten November 1789, 25sten November 1795 und 24sten December 1783 Sturmwind und Regen. Uebrigens meist windig und Regen oder Schnee. Bei den Erdbeben in den Jahren 1783, 1787 und 1788 stand das Barometer näher über und unter seiner mittlern Höhe, also weit innerhalb der Grenzen.

Andere Ideen.

Durch ein Paar am Barometer lothrecht angebrachte metallene Stangen von verschiedener

zu übersehn ist, und viele Bände füllen müsste, würde hier sogleich in die Augen fallen, und nur einen mäsigen Raum einnehmen, da es bei Vergleichungen, um daraus meteorologische Resultate zu ziehn, nur selten auf eine sehr weit getriebene Genauigkeit in den Angaben ankommt. Schon besitzt man einen solchen Commerz-Atlass; für die Witterungskunde möchte ein ähnlicher Witterungs-Atlass vielleicht das wichtigste Werk seyn. *d. H.*

Ausdehnung, welche mit einem verschieblichen Skalen-Brette durch zwei Hebel so verbunden würden, wie es das Ausdehnungsverhältniſs der Metalle und des Quecksilbers im Barometer erforderte, würde sich der Einfluſs der Wärme ohne Zuthun eines Thermometers von selbst, bis auf oben gedachte Kleinigkeit, berichtigen, in so fern die Ausdehnung der Metalle mit der des Quecksilbers gleichen Schritt hält, worüber aber meines Wissens noch nichts bekannt ist. Vielleicht werde ich künftig die desfalls erforderlichen Versuche anstellen.

Es lassen sich noch zweierlei Einrichtungen denken, die eben das leisten, auch dem Barometer eine zwei- bis dreimahl gröſsere Bewegung, als das gemeine hat, geben würden. Die erste ist die des *Morlandischen Wage-Barometers.* Wird diese dahin abgeändert, daſs man die Skale an die Glasröhre und den Zeiger an das Brett befestigt, wobei man also den Stand des Quecksilbers in der Röhre gar nicht beobachtet, so erhält man nicht nur den Vortheil, daſs es, gleichwie ein gemeines Barometer, den zunehmenden Druck der Luft durch Steigen, (wenigstens durch ein scheinbares,) anzeigt, sondern der Einfluſs der Wärme kann auch durch eine proportionirte Gestalt des Gefäſses und der Gröſse der Oberfläche des hierin befindlichen Quecksilbers, bis auf eine unbedeutende Kleinigkeit, vermindert werden. Magellan, der das Morlandische Wage-Barometer beschreibt und

es *statistisches Barometer* nennt, *) scheint diese Eigenschaft desselben nicht eingesehn zu haben; auch glaubte er, die Röhre sinke nur so viel in das Gefäſs, als die Quecksilbersäule bei zunehmendem Luftdrucke höher werde. Allein dieses kann nur in dem einzelnen Falle geschehen, wenn der Querschnitt des Glases der Röhre so groſs ist, als die des darin befindlichen Quecksilbers. Wird aber eine Röhre genommen, deren Glas so dünn ist, daſs dessen Querschnitt nur den halben oder dritten Theil der Durchschnittsfläche der innern Höhlung beträgt, so wird sie zwei- bis dreimahl tiefer sinken.

Dieses Wage-Barometer brachte mich auf eine andere Idee eines Barometers, das man ein *hydrostatisches* nennen könnte. Wenn statt des Wagebalkens eine mit zwei Löchern versehene hohle gläserne Kugel über das untere Ende der Röhre geschoben und angeblasen oder angeküttet wird, so daſs das Quecksilber wohl in die Röhre, aber nicht in die Kugel kommen kann; so wird das Barometer, bei gehöriger Gröſse der Kugel, sich im Quecksilber eines besondern Gefäſses von selbst tragen, darin dem ab- und zunehmenden Luftdrucke gemäſs steigen und fallen, und nach zweckmäſsiger Gestalt des Gefäſses und der Röhre, auch Application der Skale und des Zeigers, wie bei vorigem Wage-Barometer, den Einfluſs der Wärme eben so sehr vermindern. Die Röhre könnte zwischen einigen Rol-

*) Magellan's *Beschreibung neuer Barometer*, Leipzig 1782, S. 96.

len in lothrechter Stellung erhalten werden. Nur fürchte ich, die vermehrte Reibung wird diese beiden Barometer weniger empfindlich als das gewöhnliche machen. *) Ueberdies sind sie kostbar; ersteres wegen des Wagebalkens, und letzteres wegen des vielen Quecksilbers. Ich habe es berechnet, und finde, daſs, wenn die Skale ungefähr zwei- bis dreimahl gröſser werden soll, das Gefäſs wenigstens so weit und hoch seyn muſs, daſs es 7 bis 12 Pfund Quecksilber erfordert.

Mein erst beschriebenes Barometer, welches ich das *mechanische* nennen möchte, und das jeder Mechaniker leicht verfertigen kann, wird daher immer den Vorzug vor diesen drei letztern behalten, zumahl da es sich durch eine angebrachte Gitter-Skale zur gröſsten Schärfe bringen läſst, welches bei jenen nicht thunlich ist.

Darmstadt im Juli 1799.

*) Das von Arthur Moivre, in den *Dubliner Transactionen*, Vol. IV, (siehe die *Göttinger gelehrten Anzeigen* vom Jahre 1794, 79stes Stück,) beschriebene Barometer scheint mit letzterm Aehnlichkeit zu haben. Vielleicht hat Moivre diese Einrichtung aus gleicher Ursache zu seinem Barometrographen erwählt. Hierbei kann wohl auch die von der Reibung entstehende Stockung durch die Uhr gehoben werden, wenn ein Hämmerchen applicirt wird, das öfters an die Glasröhre schlägt und sie erschüttert, da sie sich dann an ihren rechten Stand begeben muſs. *M.*

IV.

IV.

ELECTRISCHE VERSUCHE

von

L. A. von Arnim.

1. *Versuche zur Aufklärung des Verhältnisses zwischen der chemischen und electrischen Beschaffenheit der Körper.* *)

INHALT.

Versuche mit Pulvergemengen. Resultate derselben. — Allgemeine Uebersicht der verschiedenen Veränderungen, durch welche Körper electrisch werden. Bei chemischen Veränderungen ist einzig allen gemeinschaftlich Aenderung der Wärme-Capacität. Der Körper, dessen Wärme-Capacität in Verhältniss eines andern sich vergrössert, wird negativ-, der, dessen Wärme-Capacität in Verhältniss eines andern sich vermindert, positiv-electrisch. Die Erfahrung zeigt, dass dieses Gesetz auch für die durch Reibung erregte Electricität, also ganz allgemein gelte. Ursach der Leitungsfähigkeit. — Die Electricität als Wirkung in einer unterbrochenen Kette betrachtet. *Anmerkungen:* 1. Versuche über die Wirkung der Kettenverbindung auf die Beschleunigung des chemischen Prozesses. 2. Erläuterungen aus der Wärmelehre. 3. Ueber die Ausdehnung des Wassers in der Nähe des Gefrierpunktes. 4. Ueber einige Wirkungen des Blitzes und die Ursach des Donners. 5. Anmerkungen und Versuche über den Einfluss der Electricität auf die Krystallenbildung.

---

*) Der Leser empfängt hier auf Veranlassung der Abhandlungen Aldini's und Fabroni's, (Ann., IV, St. 4,) *Bruchstücke über einige der am wenig-*

Die merkwürdigen Reſultate, welche Herr Kortum *) aus ſeinen Verſuchen über die Electricität

ſten bearbeiteten, aber nicht weniger wichtigen Theile der Electricitäts-Lehre. In meinem *Verſuche einer Theorie der electriſchen Erſcheinungen*, (Halle 1799,) wagte ich nicht davon zu reden, weil nur das, was ſchon ſicher in unſerm Erfahrungsbeſitze iſt, abgeleitet, nicht aber die Theorie durch eine ſchwankende Erfahrung irre geleitet werden ſollte. Sie dienen daher theils zur Vervollſtändigung des Ganzen, theils zur Berichtigung. Bei dieſer Gelegenheit ein Paar Worte über eine Recenſion jener kleinen Schrift. Der Recenſent in der *Allgemeinen Litteratur-Zeitung* gab zu verſtehen, meine Theorie ſey wohl nur eine conſequente Bezeichnungsart der Franklinſchen. Ich glaube dieſes durch nichts bündiger als durch Zuſammenſtellung der Fundamental-Gleichung für den Zuſtand des electriſchen Gleichgewichts zwiſchen zwei Körpern nach jener Theorie mit der meinigen, widerlegen zu können; dort iſt ſie $A - R + a + x = 0$, nach meiner $AR - ar = 0$, wo ſelbſt die Bedeutung von r und R verſchieden, nicht, wie jene, als eine Abſtoſsung hervorbringende Urſach gedacht wird, und daher den Widerſprüchen entgeht, worauf jene, nach van Swinden's Bemerkung, (*Analog. de l'électr. et du magnet.*, T. II, p. 217—266,) führt. Ich finde mich zu dieſer Berichtigung veranlaſst, weil ſonſt mancher, durch jenes Urtheil abgehalten, das Eigenthümliche der Anſicht ſeiner Prüfung nicht unterwerfen möchte.

*) Voigt's *Magazin*, X. Band, 2. St., S. 1 bis 15.

der in verſchiedenartigen Sieben geſchüttelten Pulver erhielt, veranlaſsten mich, auch die Electricität verſchiedenartiger Pulvergemenge zu unterſuchen. Die Art, wie dieſe Verſuche angeſtellt werden, iſt völlig die Aldiniſche; *) ſie bedarf daher keiner Erläuterung.

Verſuch		
1 2	Schwefel und Braunſteinkalk	+ wenig geſchieden, die Sterne etwas bläſſer — die Zirkel mehr dunkel
3 4	Schwefel und Talkerde	+ die Sterne etwas gelber — die Zirkel ſehr weiſs
5 6	Braunſtein und Talkerde	— kein merkbarer Unterſchied + eben ſo
7 8	Gelber und rother Bleikalk	+ etwas gelber die Sterne — die Zirkel etwas röther
9 10	Rother Bleikalk und Zinkkalk	+ die Flecken weiſs — nicht merkl. unterſchieden
11 12	Rother Bleikalk u. Kupferkalk	+ die Sterne grünlich — die Flecken röthlich
13 14	Kupferkalk u. Schmalte	+ — nicht merklich verſchieden
15 15	Kupferkalk u. Schwefel	+ — nicht merklich verſchieden
17 18	Kupferkalk u. weiſser kohlenſaurer Bleikalk	+ — nicht merklich verſchieden
19 20	Schmalte u. rother Bleikalk	+ — eben ſo

*) *Annalen der Phyſik*, IV. Band, S. 421.

Versuch		
21 22	Schwarzer u. roth. Quecksilberkalk	+ schwarze Sterne — rothe Zirkel
23 24	Schmalte u. semen Lycopodii	+ blaue Sterne — gelbe Zirkel
25 26	Gelber und ein schlecht rother Bleikalk	+ die Sterne gelber — die Zirkel röther
27 28	Vollkommener u. unvollkommener, aber wenig von einander verschiedener Eisenkalk	+ — nicht merklich verschieden
29 30	Vollkommener u. unvollkommener Spiesglanzkalk	+ der Farbe nach nicht merklich verschieden —
31 32	Schwefel und rother Bleikalk	+ die Figuren fleischfarbig und gelb abstechend gegen den umgebenden Staub — die Zirkel auffallend roth
33 34	Schwefel und vollkommener Eisenkalk	+ die Sterne heller — die Zirkel dunkler
35 36	Schwefel und rother Quecksilberkalk	+ die Sterne vollkommen gelb — die Zirkel vollkommen roth
37 38	Schwefel und schwarzer Quecksilberkalk	+ die Sterne nicht so auffallend gelb — die Zirkel nicht so auffallend schwarz

Versuch		
39 40	Rothes Siegellack u. Schwefel	+ die Sterne gelb — die Zirkel vollkommen roth, ganz ohne Beimischung des Schwefels
41 42	Rothes Siegellack u. Braunsteinkalk	+ die Sterne röthlich — die Zirkel schwärzlich
43 44	Rothes Siegellack u. weisses Glas	+ die Sterne röthlich — die Flecken weisslich
45 46	Rothes Siegellack und sehr fein gestossene Kieselerde	+ die Sterne röthlich — die Zirkel weisslich
47 48	Fein gestossene Kieselerde und roth. Bleikalk	+ die Sterne weiss — die Zirkel roth
49 50	Kalkerde und rother Bleikalk	+ die Sterne weiss — die Zirkel weiss
51 52	Kalkerde, (ätzende,) und rother Bleikalk	+ die Sterne weiss — die Zirkel ebenfalls
53 54	Zucker und rother Bleikalk	+ die Sterne weiss — die Zirkel roth
55 56	Rothes und schwarzes Siegellack	+ die Sterne schwärzlich — die Zirkel roth
57 58	Kohlensaurer und rother Bleikalk.	+ — wenig verschieden

Gern hätte ich diese Versuche auch auf Gemenge verschiedener gefeilter Metalle und verschiede-

ner Erden ausgedehnt, beide, um ſie nach ihrem Verhältniſſe zum Sauerſtoffe dabei zu prüfen. Theils war es aber, beſonders das letztere, wegen der Uebereinſtimmung der Farben unmöglich, theils konnte ich die Metalle nicht hinlänglich fein gefeilt erhalten. Ich muſs daher dieſe Verſuche mit mehrern andern auf die Zukunft verſchieben.

Zwar bieten jene Verſuche uns keine auffallenden Reſultate dar, doch immer einiges, wodurch wir, in Verbindung mit den Verſuchen anderer, der Aufgabe uns nähern können. Der Einfluſs der Farbe, den Cigna *) ſchon wahrnahm, auf die Beſtimmung der Electricität zweier an einander geriebener Körper, beſtätigt ſich in Verſuch 7 und 8; 9 und 10; 21 und 22; 23 und 24; 25 und 26; 31 und 32; 33 und 34; 35 und 36; 37 und 38; 39 und 40; 47 und 48; 53 und 54; 55 und 56. Der Körper, deſſen Farbe die geringſte Brechbarkeit hat, wird von zwei an einander geriebenen Körpern immer poſitiv, der gar kein Licht zurückſendet, immer negativ.

Ausnahmen davon machen Verſuch 31 und 32; 43 und 44; 45 und 46. Statt daſs jedoch dieſe Ausnahmen davon abſchrecken ſollten, hier eine beſtimmte Regel zu ſuchen, führen ſie vielmehr darauf, daſs die Farbe hier wohl nur als Zeichen der chemiſchen Eigenſchaft, als Zeichen der gröſsern oder geringern Sauerſtoffanziehung deſſelben

*) *Miſcell. ſocietatis Taurinenſis*, Ann. 1765, p. 31 ſeq. Cavallo's *Abhandlung*, I. Th., S. 310.

gt,'s Theorie, *) also
3, 21 und 22, 25 und
, da hingegen die Ueber-
en Fällen nur zufällig sey.
wie alle übrige Versuche
ältere Versuche führten, **)
nder geriebenen Körpern im-
toffe näher verwandte negativ
, welches bald, wie ich zeigen
allgemeine Gesetz für alle Ele-
ung bestätigt und berichtigt wird.

bis jetzt nur zwei Arten der Entste-
trischen Entgegensetzung: Verände-
e und Veränderung der Mischung. Ob
egen einer damit verbundenen chemi-
nderung, ob diese nur wegen der damit
en Bewegung wirke, darüber wird die
ung des beiden Gemeinschaftlichen Auf-
geben. Zuerst von dieser.

n sehr wichtiger Versuch ist die von Vol-
) zuerst beobachtete Hervorbringung der ne-
en Electricität durch das Kochen des Wassers

*) Gren's *Neues Journal der Physik*, B. III, S. 280.

**) Cavallo's *Abhandlung*, I. Theil, S. 21 bis 22. Schelling's *Ideen zur Phil. der Natur*, Leipzig 1797, S. 56.

***) Volta's *Meteorologische Briefe*, Leipzig 1793, I. B., S. 257.

in einem iſolirten Gefäſse. Das Waſſer wird hier nicht in ſeiner Miſchung verändert, der Waſſerdampf iſt auch Leiter der Electricität; der Gegenſatz findet alſo nicht zwiſchen dem Waſſerdampfe *) und dem Gefäſse, ſondern zwiſchen ihnen und der umgebenden Luft ſtatt. Daſſelbe findet aber nicht ſtatt, ſobald das Gefäſs das Waſſer zerſetzt; wenn dieſes z. B. auf ein bis zum Glühen erhitztes Eiſen gegoſſen wird. Das Gefäſs wird hier, nach Sauſſüre's **) und Volta's Verſuchen, poſitiv-electriſch, wobei ſehr wohl das entwickelte Waſſerſtoffgas eine entgegengeſetzte Electricität haben kann. Ueberhaupt hat man wahrgenommen, daſs bei der Entwickelung des Waſſerſtoffgas durch Säuren aller Art immer poſitive Electricität dem Gefäſse bleibe. ***) Mit jenem Verſuche nicht übereinſtimmend ſcheint beim erſten Anblicke eine andere Beobachtung Volta's, ****) daſs, wenn man Zinn und Silber auf einem angefeuchteten Tuche einander berühren läſst, jenes Zeichen

*) Vergleiche Tralles *Beitrag zur Lehre von der Electricität*, Bern 1786.

**) Sauſſüre's *Reiſen*, III. Band, S. 264 u. f.

***) Volta am angeführten Orte, S. 262. Lavoiſier's *Phyſiſch-chemiſche Schriften*, IV. Theil, S. 59 bis 62.

****) Gren's *Neues Journal*, IV. Band, S. 129.

von negativer, dieses von positiver Electricität giebt. Nun wird aber, nach Fabroni, *) Asch und Andern, jenes oxydirt, woraus wenigstens schon hervorgeht, dass die Oxydation nicht die Electricität bestimmt. Noch bemerken wir Electricität beim Festwerden der Chokolade, des Talgs, **) des Schwefels, ***) des eingedickten Terpenthin-Oehls ****) u. s. w.; und dass wir nur bei diesen und einigen andern Electricität auch nach dem Erkalten wahrnehmen, liegt allein daran, weil nur diese als Nichtleiter zu Electrophoren werden und die Electricität aufbewahren.

So verschieden auch alle diese Veränderungen seyn mögen, so finden wir doch an allen Eine, an den meisten sogar nur diese Veränderung, nämlich *Wärme-Capacitäts-Aenderung.* Bei der Verwandlung des Wassers in Dampf wird die Wärme-Capacität des Wassers vergrösert. *****) Bei dem

*) *Annalen der Physik*, IV. B., S. 430. von Humboldt *Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaser*, I. Th., S. 472.

**) von Crell's *Annalen* für 1784, II. Band, S. 119.

***) *Eben daselbst*, II. Band, S. 127.

****) Von Boyle gefunden. S. de Loys *Abregé chronolog. pour servir a l'hist. de la Physique*, Tom. III, p. 45.

*****) Nach Crawford ist die Wärme-Capacität

des Wassers	1,000
des Wasserdampfs	1,550

Uebergieſsen des glühenden Eiſens zwar auch, nur muſs man bedenken, daſs, ſo weit das Waſſer dieſes berührt, es zerſetzt wird und daſs hier ſich Eiſen-Oxyd und Waſſerſtoffgas zugleich bilden, daſs dieſes ein Nichtleiter iſt, und gröſsere Wärme-Capacitäts-Vermehrung als das Eiſen erhält. *) Eben ſo wird die Wärme-Capacität des in Säuren oxydirten Metalls, in Verhältniſs der Wärme-Capacitäts-Vermehrung bei der Verwandlung des Waſſers in Waſſerſtoffgas, nur wenig vermehrt. **) Das iſt bei der Oxydation an der atmoſphäriſchen Luft nicht der Fall, alſo auch bei den Voltaſchen Verſuchen mit verſchiedenen Metallen nicht, da, nach Fabroni's ***) und meinen Verſuchen, (ſiehe Anmerkung 1,) hier keine Waſſerzerſetzung, ſondern eine Zerſetzung jener erfolgt. Hierdurch wird aber

Crawford *Ueber thieriſche Wärme*, Leipzig 1799, S. 381.

*) Nach Crawford iſt die Wärme-Capacität

des Eiſens	0,1269
des Eiſen-Oxyds	0,2500
des Waſſers	1,000
des Waſſerſtoffgas	21,400

alſo die Zunahme der Wärme-Capacität des Waſſers viel gröſser. Am angeführten Orte, S. 381 und 382.

**) Nach Crawford vermehrt ſich zwar die Wärme-Capacität aller Metalle durch die Oxydation, aber ſie bleiben doch alle in den Zehntheilen.

***) *Annalen der Phyſik*, IV. B., S. 431.

die Wärme-Capacität der Luft vermindert, des Zinnes vermehrt. *) Auch beim Feſtwerden der Körper wird die Wärme-Capacität vermindert. *In allen dieſen Fällen wurde der Körper, deſſen Wärme-Capacität in Verhältniſs eines andern vergröſsert wurde, negativ-; der, deſſen Wärme-Capacität in Verhältniſs eines andern vermindert wurde, poſitiv-electriſch.*

Dieſes Geſetz wird uns auch bei den Erfahrungen über die durch Reibung erregte Electricität nicht verlaſſen. Wenn von zwei in aller Rückſicht gleichen Bändern eins erwärmt, und dann beide an einander gerieben werden, ſo wird das erwärmte negativ.**) Wie ich nachher, (Anmerkung 2,) zeigen werde, nimmt die Wärme-Capacität durch Erwärmung ab, alſo brachte auch hier, wo das Erwärmtere erkaltete, das Kältere erwärmt wurde, die Wärme-Capacitäts-Vergröſserung negative Electricität hervor. Die Erwärmung und der Widerſtand der Friction beim Reiben ſind bei gleichen Körpern am ſtärkſten; von dieſer Erfahrung wird

*) Nach Crawford iſt die Wärme-Capacität

des Zinnes	0,0704
des Zinn-Oxyds	0,0990
des Sauerſtoffgas	4,7490
der atmoſphäriſchen Luft	1,7900
des Stickgas	1,0454

Am angeführten Orte.

**) Gardini *Ueber das electriſche Feuer*, Dresden 1793, S 55.

feit langer Zeit im Mafchinen-Wefen Gebrauch gemacht: hingegen ift die Electricität beim Reiben gleicher Körper entweder todt oder nur fehr fchwach. *) Die ftete Berührung beim Reiben zweier Körper bringt die ftärkfte Wärme hervor, die unterbrochene Berührung die ftärkfte Electricität. Durch das Zwifchenkommen eines oxydirbaren Körpers wird die Wärme beim Reiben vermindert; **) ftarke Electricität kann beim Reiben nur bei der Anwendung und Oxydation eines leicht oxydirbaren Körpers erhalten werden. Endlich ift auch die Erwärmung beim Reiben im luftdünnen Raume, nach Pictet's Verfuchen, ***) ftärker, die Electricität fehr fchwach. ****) Endlich zerftört Erwärmung die Electricität; nicht Wärme überhaupt, fondern erzeugte Wärme durch das Reiben beim Electrifiren.

Aus allen diefen Gegenfätzen geht hervor, dafs die Erwärmung durch Reibung ein dem Electrifiren durch Reibung ganz entgegengefetzter Prozefs fey.

*) Wilken's *Phyfikalifch-mathematifche Auffätze*, Göttingen 1790, S. 58.

**) Es ift ein fehr gewöhnlicher Kunftgriff der Arbeiter, das zu ftarke Erhitzen der Feilen durch aufgeftrichenes Oehl zu verhindern.

***) Pictet's *Verfuch über das Feuer*, Tübingen 1790, S. 191.

****) van Marum's *Abhandlung über das Electrifiren*, Gotha 1777, S. 57.

Nun ist mit Erwärmung Capacitäts-Verminderung beider erwärmter Körper nothwendig verbunden; also haben wir schon hieraus Grund, zu schliessen, daſs beim Electrisiren das Entgegengesetzte, Wärme-Capacitäts-Vergröſserung, sich findet. Diese Erwartung täuscht uns auch nicht, wenn wir Achtung geben, was auf dem Reibeküssen vorgeht. Hier wird ein leicht oxydirbares Metallgemisch, (Zink-, Zinn- und Quecksilber-Amalgama, gewöhnlich etwas oxydirt,) mit einem stärker oxydirbaren Körper, (thierisches Fett,) der es völlig desoxydirt, aufgestrichen. Nach einiger Zeit, wenn sie electrisirt werden, findet man es oxydirt, und die Electricität ist äuſserst schwach. Jede Oxydation vermehrt aber die Wärme-Capacität; es ist also auch hier wiederum, wie bei der durch chemische Veränderungen erregten Electricität, Wärme-Capacitäts-Aenderung, negative Electricität. Der Wärme-Capacitäts-Vergröſserung steht eine Wärme-Capacitäts-Verminderung des desoxydirten Körpers *) entgegen. **) Dieser ist hier kein anderer als die Luft. Diese Electrisirung der Luft durch Desoxydation, oder vielmehr durch Wärme-Capacitäts-Vermin-

*) Vergleiche die Bestimmungen Crawford's der Wärme-Capacität der atmosphärischen Luft, des Sauerstoffgas u. s. w., vorher.

**) Es bedarf wohl keiner Erinnerung, daſs das oben angeführte Gesetz für die Nähe der Verwandtschaft zum Sauerstoffe unmittelbar hieraus folge.

derung, zeigen uns van Marum's Verſuche auffallend, *) wo, nach wenigen Umdrehungen der Maſchine, die Luft des ganzen Saals merkbar poſitiv-electriſch geworden war; auch beobachtete er, daſs die negative Electricität des negativen Leiters ungleich ſchwerer ſich verbreitete, da ſie doch gleich ſtark war: ein Verſuch, der ſehr für meine Meinung ſpricht. Auch bin ich überzeugt, daſs das Zuſammendrücken der Luft ebenfalls poſitive Electricität hervorbringt, ungeachtet ich keine beſtimmten Verſuche dafür anführen kann, wenigſtens ſcheint mir meine Erklärung **) der negativen Electricität an der ältern Marumſchen Electriſir-Maſchine aus dieſer Zuſammendrückung der dem Glaſe adhärirenden Luft im Queckſilber, noch immer ſehr wahrſcheinlich. Read's Verſuche, ***) welche negative Electricität in Treibhäuſern in der Nähe von Miſthaufen, an den Verſammlungsorten einer groſsen Zahl von Menſchen zeigten, ſtreiten nicht gegen meine Meinung, denn hier geht nicht bloſs eine die Wärme-Capacität vermindernde Desoxydation, alſo poſitive Electriſirung, vor ſich, ſondern auch Verbindung mit Kohlenſäure, und beſonders Verdün-

*) *Annalen der Phyſik*, I. B., S. 243.

**) *Theorie der electriſchen Erſcheinungen*, S. 68.

***) Gren's *Neues Journal der Phyſik*, II. Band, S. 72, 75 u. f.

ſtung. *) Daſs dieſes letztere insbeſondere die Urſach ſey, beweiſen die Treibhäuſer, wo die Luftgüte ſelten ſchlechter, oft ſogar gröſser iſt, als in der Atmoſphäre. — Die durch das Electriſiren hervorgebrachte poſitive Luft legt ſich an die Glasſcheiben der Marumſchen Maſchine, und macht ſie poſitiv, bis ſie ihnen durch ſtärkere Anziehung entriſſen und fortgeleitet wird. Zu dieſem ganzen Prozeſſe wurde ein Nichtleiter vorausgeſetzt.

Vielleicht, daſs jemand hier nach einer genauern Anzeige fragte, was die Leitungsfähigkeit der Körper beſtimme? Doch dazu muſs ich vorher noch einige Erfahrungen anführen. Gardini **) fand, daſs lange wiederhohltes Electriſiren die Wärme-Capacität des Queckſilbers vergröſsere; H. Juch ***) ſah Eiſenfeil, die in einer Kleiſtiſchen Flaſche geweſen war, beym Herausnehmen ſchnell glühen und ſich verkalken. Ferner bemerken wir, daſs Leitungsfähigkeit für Electricität mit Leitungsfähigkeit für die Wärme in Verhältniſs ſteht. Da nun, nach Mayer's Geſetz, ****) $L : l = \frac{1}{MA} : \frac{1}{ma}$ iſt, (wo A und a die Wärme-Capacitäten bezeichnen;) ſo ſieht man die Abhängigkeit der Leitungs-

*) Die Menge von Waſſer, womit die Luft durch das Athmen geſchwängert wird, iſt bekannt.

**) Gardini *Ueber das electriſche Feuer*, S. 59.

***) Scherer's *Journal der Chemie*, II. B., S. 493.

****) Mayer *Ueber den Wärmeſtoff*, S. 251.

fähigkeit für Electricität von der Wärme-Capacität. Wir bemerken aufserdem, dafs wir keine Leitungsfähigkeit wahrnehmen würden, wenn es keine Nichtleiter gäbe, dafs die Leitungsfähigkeit eines und deffelben Körpers nicht in Verhältnifs feiner Maffe, fondern feiner Oberfläche ftehe; *) eine Erfahrung, für deren Genauigkeit uns zwei Beobachter, Achard**) und Coulomb, ***) bürgen. Aus allem dem läfst fich folgern, dafs an der Oberfläche des Leiters und des Nichtleiters zwey entgegengefetzte Prozeffe, Wärme-Capacitäts-Vergröfserung auf der Oberfläche des einen, Wärme-Capacitäts-Verminderung auf der Oberfläche des andern, vorgehen: ein Punkt, worauf die Ueberficht der Erfahrungen uns fchon einigemahl zurückführte.

Die Nichtleitung eines Körpers kann alfo auch eben fowohl durch die Gröfse der Wärmeleitung, als dadurch beftimmt werden, in wie fern feine Oberfläche die Wärme-Capacität ändern kann, ohne den Zufammenhang des Ganzen zu ftören oder eine chemifche Veränderung darin hervorzubringen.

Jenes

*) Es ift zu bedauern, dafs man von diefer Erfahrung nicht allgemeinen Gebrauch macht, fondern noch immer in manchen Gegenden Eifenbarren zu den Blitzableitungen gebraucht.

**) Achard's *Sammlung phyfikal. und chym. Abhandl.*, Berlin 1784, S. 19.

***) Gren's *Neues Journal der Phyfik*, III. B., S. 58.

Jenes ist beim Glase überhaupt, dieses beim befeuchteten Glase *) nicht der Fall, daher sie Nichtleiter sind. Die Leitungsfähigkeit der Leiter wird folglich durch die Zerstörbarkeit der Nichtleiter beschränkt, und die entgegengesetzten Eindrücke, die Herr Kortum **) und einige andere an den vom electrischen Funken durchbohrten Körpern wahrnehmen, sind Folge der verschiedenen, aber auf beiden Seiten geänderten Wärme-Capacität. Eben so erklärlich wird daraus der *Herbertsche* Versuch, der beim Durchschlagen des electrischen Funkens durch ein gut ausgekochtes Barometer Luft entwickelte; ***) denn wer weiss es nicht, dass ohne unvorsichtige Bewegung auch aus dem am besten ausgekochten Quecksilber allmählig wieder Luft aufsteigt, und ein wiederhohltes Auskochen nothwendig macht? Was dort lange Abwechselung der Temperatur thut, leistet hier die schnelle Capacitäts-Aenderung im Augenblicke. Der Schluss, den Herr Heidemann ****) daraus macht, ist daher unrichtig.

*) *Annalen der Physik*, III, S. 19.

**) Voigt's Magazin, X. B., 3 St., S. 47.

***) *Theoriae phaenom. elect.*, Vindob. 1778, p. 51.

****) *Vollständige Theorie der Electricität*, Wien 1799, §. 600. Auch die übrigen Versuche in Gasarten, die einen materialen Grundstoff der Electricität, und zwar den Sauerstoff und Wärmestoff, (II. B., S. 149.) beweisen sollen, können dies nicht leisten, weil keine Gasart von Wasser befreiet wurde.

Da nun die Veränderung der Wärme-Capacität, (durch Erwärmung,) im chemischen Prozesse so grosse Veränderungen hervorbringt, durch Electrisirung die Wärme-Capacität verändert wird; so läſst es sich leicht vorhersehen, daſs die Electricität Wirkungen hervorbringen wird, die sonst nur bei sehr veränderter Temperatur *) vorgehen. Als Beispiel will ich nur die Verwandlung der atmosphärischen Luft in Salpetersäure und Stickgas, die Verkalkung und Reduction **) der Metalle anführen. So wie also durch die vom Reiben hervorgebrachte Erwärmung die Oxydation des Amalgama angefangen hat, ist diese sich selbst Quelle der entstehenden Oxydation, Wärme-Capacitäts-Vergröſserung und Electricität gewesen.

Wir müssen einräumen, daſs ohne einen Nichtleiter, (oder, was einerlei ist, schlechten Leiter,) Electricität weder entstehen, noch die entstandene wahrgenommen werden könne. Wollen wir nun, nach dem Sprachgebrauche, eine Verbindung von Leitern eine Kette nennen, so können diese Leiter keine electrische Gegensetzung gegen einander haben. Das Erforderniſs ist daher Unterbrechung derselben. Es kann daher die Electrici-

*) Es wäre hier am unrechten Orte, alle Abhandlungen über den Einfluſs der Temperatur auf chemische Verwandtschaft anzuführen; eine neue hat Guyton dem Nationalinstitute vorgelegt.

**) Marum's *Beschr. der Electr.*, I. Heft, S. 37, II., S. 13 — 22 u. s. w.

ät allgemein auch als *Wirkung in einer unterbrochenen Kette betrachtet werden*; eine Ansicht, wodurch die *galvanischen Erscheinungen* *) in ihre Sphäre fallen, und beide gegenseitig sich der Gesetze erfreuen werden, denen jede einzeln sich unterworfen findet. Ich glaube dadurch meinen Gegenstand vollständig ins Auge gefasst zu haben: ob mein Blick sich bei dieser weiten Aussicht nicht verirrt hat; mögen andere entscheiden. Für jetzt bleibt mir wenigstens ein auch in Rücksicht anderer Theile der Naturwissenschaft höchst wichtiges Resultat, dass die Electricität *keine Materie als Grundstoff aufzuweisen habe*, sondern dass sie, nur in einem gewissen Verhältnisse der Körper gegen einander gegründet, nie der *spiritus sylvestris* der Chemie werden könne, den der geistreichste Physiker unsrer Nation darin ahndend bewillkommte. **)

*) **Wenn man bei diesen Erscheinungen von einer geschlossenen Kette spricht, so ist das eigentlich nur ein eingeführter, aber kein richtiger Sprachgebrauch; welches am besten Volta's** *Versuche über die verschiedene Electricität verschiedener Metalle,* **(Gren's** *Neues Journal*, **IV. B., S. 128,) beweisen.**

**) *Annalen der Physik*, II. B., S. 153.

Anmerkungen.

A. *Versuche über die Wirkung der Kettenverbindung auf die Beschleunigung des chemischen Prozesses.*

1. Die Wirkung der Berührung verschiedener Körper auf ihre Oxydation findet auch bei Nichtleitern, die Wirkung der Kettenverbindung nur zwischen Leitern der Electricität statt. — Aus dem *Aschischen*, vom Herrn von Humboldt *) bestätigten, Versuche über die Oxydation des Zinks auf dem Glase, schien das Gegentheil des erstern hervorzugehen. Zur Prüfung legte ich eine Stange *Schwefel* auf einen starken, polirten Eisendraht; einen zweiten Draht mit einem gleichen Stücke Schwefel, doch ohne dass sich beide berührten, in ein anderes Glas: beide setzte ich einer mäfsigen Erwärmung aus. Nach einiger Zeit war das Eisen im ersten Glase ganz mit schwarzem Eisen-Oxyd überzogen, das sich nur an der einen Seite, aber wenig mit dem Schwefel verbunden hatte. Wenn ich dagegen Schwefel in die Kette **) brachte, war sie völlig unwirksam. Dieser oxydirenden Kraft des Schwefels schreibe ich auch die reizende Wirkung auf das Keimen des Saamens zu, welche Herr von Humboldt ***) beobachtete.

*) *Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaser*, I. Th., S. 472 — 474.

**) Von ihrem Erfinder, Herrn Ritter, beschrieben, *Annalen der Physik*, II. B., S. 80.

***) *Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen*, Leipz. 1794, S. 77.

2. Die Wirkung des Schwefels in der Beförderung der Oxydation ſteht in Verhältniſs mit ſeiner Verwandſchaft gegen das Metall. — Auf Eiſen, Queckſilber und Zink legte ich Schwefelſtangen, übergoſs ſie mit Waſſer, und brachte alle in eine gleiche Temperatur; dieſelben Metalle legte ich einzeln in drei andere mit Waſſer gefüllte Gläſer. Nach gleicher Zeit war das Eiſen viel ſtärker als in dieſen, das Queckſilber etwas mehr, das Zink gar nicht mehr als in dieſen verkalkt.

3. Auch die Kettenverbindung bedarf zur ſtärkern Oxydation im Waſſer, die Gegenwart der atmoſphäriſchen Luft. — Fabroni *) bemerkte die Nothwendigkeit ihrer Gegenwart in den Berührungsverſuchen. Um zu verſuchen, ob daſſelbe auch in den Kettenverbindungen ſtatt fände, bedeckte ich die Oberfläche des Waſſers der einen mit Oehl, die andere blieb frei. Nur bei der letztern konnte ich verſtärkte Oxydation bemerken. Ich halte dies

*) *Annalen der Phyſik*, IV. B., S. 431. Zu S. 433 muſs ich noch bemerken, daſs Prouſt eine niedrige Oxydation des Kupfers mit 0,17 Sauerſtoff bemerkte, welche tetraedriſche weiſse Kryſtalle lieferte, die am Lichte violett wurden. (Scherer's *Journal*, IV. B., S. 191.) Sie unterſcheiden ſich alſo wohl durch Farbe und Kryſtalliſation; aber man muſs bedenken, wie bei der ſehr zu vermuthenden Kleinheit der Fabroniſchen Kryſtalle die Kryſtalliſation nicht genau beſtimmt, und die Farbe durch Licht noch weiter abgeändert werden konnte.

für eine neue Bestätigung meiner Vermuthung über die Wirkung des Wassers in den Versuchen der *Fulhame.* Die Wirkung der Gegenwart der Luft zeigte sich mir auch bei der Auflösung des Zinks in Quecksilber. Zwei gleiche Glasröhren, die auf Quecksilber standen, worauf Zinkstangen lagen, wurden mit Wasser gefüllt; die eine war über dem Wasser zugeblasen, die andere offen. Da nun Oxydation die Amalgamation verhindert, so hatte sich in dem verschlossenen Gefäſse noch einmahl so viel Zink aufgelöst, als in dem andern.

4. Auch bei der Berührung mit Luft wirkt das Oxyd eines Metalles von geringerer Anziehung zum Sauerstoffe, oxydirend auf die Berührungs-, wie auf die Kettenversuche. — Fabroni *) fand diese Wirkung nur beim Ausschlusse der Luft. Ich legte schwarzen, oft ausgewaschenen Silberkalk in zwei Gläser: in das eine brachte ich eine Kettenverbindung aus Eisen und Zink; in das andere beide Metalle, aber ohne Verbindung; in ein drittes Glas brachte ich ebenfalls jene Kettenverbindung; in ein viertes die Metalle getrennt: alle vier wurden mit Wasser gefüllt. Kein Versuch kann geschickter seyn, die Wirkungen der Kettenverbindungen darzuthun, als dieser. In dem ersten Glase war fast die ganze Oberfläche wie ein Stern mit Zink-Oxyd bedeckt, auch war viel auf den Boden des Gefäſses gefallen; es war viel mehr Zinkkalk, als in allen übrigen erzeugt,

*) *Annalen der Phys.*, IV, 431.

auch in dem zweiten hatte ſich mehr als im vierten gebildet. Ob der Silberkalk wirklich zum Theil entſauerſtofft werde, kann ich wegen der Vermiſchung mit dem Zinkkalke nicht entſcheiden. Das Hornſilber ſchien mehr reducirt dadurch. Eben dieſe Erſcheinungen zeigten mir auch die Berührungsverſuche.

5. Die Kettenverbindung und die Berührung wirken nicht nur oxydirend auf das oxydirbarere Metall, ſondern ſie verhindern auch die Oxydation des weniger oxydirbaren. — Ich hatte ſchon einigemahl bemerkt, daſs in den Kettenverbindungen aus Eiſen und Zink jenes weniger als bei der Trennung verkalkt werde, und bemühte mich daher, dieſen Unterſchied noch ſichtbarer zu machen. Dies gelang mir auf mehrere Art. Zuerſt in Gläſern, worin Silberkalk lag. Noch beſſer, wenn ich ſtatt des Waſſers ſalpeterſaure Silberauflöſung mit vielem Ueberſchuſſe an Säure nahm. Nachdem ich beide, ſowohl die Kette, als die beiden einzelnen Metalle, gleiche Zeiten hatte auflöſen laſſen, wobei ich in der Stärke des Aufbrauſens keinen ſehr merklicken Unterſchied wahrnahm, war die Flüſſigkeit der Kette grün, die letztere gelb, das Eiſen hatte folglich in der Kette einen geringern Grad der Oxydation angenommen. Auch ſchien es mir, als wenn ſich bei der Reduction des Kupfers aus der Verbindung mit Schwefelſäure durch Eiſen und Zink mehr Kupfer an das Zink in der Kette, als an das einzelne Zink angeſetzt, aber weniger Kupfer an das Eiſen in der

Kette, als an das einzelne Eifen angefetzt habe; doch waren diefe Unterfchiede nicht fo grofs, dafs fie nicht auch durch zufällige Umftände hätten hervorgebracht werden können. Auf die ftärkere Oxydation des oxydirbarern Metalles wirkt die Kettenverbindung ebenfalls ftark. Ich legte Eifen und Zink verbunden in falzichte Säure und auch getrennt in ein anderes Gefäfs. Die Kettenverbindung fchien etwas ftärker aufzubraufen. Nach einer Stunde fchwamm eine Menge fchwarzen unvollkommnen Zink-Oxyds in den andern, aber in diefem nur fehr wenig, und felbft das war grau.

Einen auffallenden Erfolg hatte auch der Verfuch, als ich in zwei Gläfer voll gefättigten fchwefelfauren Eifens, in das eine Kupfer und Eifen verbunden, in das andere getrennt ftellte. Beide fetzte ich in gleiche Wärme, und als ich fie nach einigen Stunden betrachtete, war das Kupfer in der Verbindung, fo weit es in der Flüffigkeit ftand, fchwarz, das andere gelb überzogen, auf dem Boden beider Gefäfse lag viel gelber Eifenkalk. Am andern Morgen, nachdem beide der Luft ausgefetzt gewefen waren, war jenes an der Oberfläche ebenfalls gelb geworden, und verhielt fich, fo wie diefer, ganz wie Eifenkalk. Dies widerfpricht fcheinbar dem Verfuche mit der Salzfäure, denn auch hier hatte fich das oxydirbarere Metall in der Verbindung in ein Oxydule verwandelt; aber diefer Widerfpruch verfchwindet, indem die Schwefelfäure hier gefättigt war, eigentlich alfo nicht mehr Oxydule aufnehmen konn-

te. Auffallend ist aber die Erscheinung, dass sich das Eisen-Oxydule auf das Kupfer abgesetzt hatte.*) Noch will ich eine Erfahrung, aber nicht für ganz ausgemacht, anführen, da ich sie zwar öfter, aber nicht immer machte. Zwei krumm gebogene Metalldrähte, (gewöhnlich Eisen oder Zink,) gleicher Art, lagen mit ihrem einen Schenkel in einem mit Wasser gefüllten Glase, mit dem andern der eine in Schwefelsäure, der andere in kohlensaurem Kali. Alle drei Gläser standen einige Zeit auf dem Ofen, und fast immer war der Draht, dessen anderer Schenkel in Säure lag, zuerst oxydirt und stärker.

B. *Erläuterungen aus der Wärmelehre.*

Die Ansicht der Wärme als Ausdehnung, von der ich schon mehreremahl Gebrauch gemacht habe, **) bedarf einer Rechtfertigung, da sie von den gewöhnlichen Vorstellungen von Wärmestoff, als Materie, oder von Bewegung, als Ursach der Wärme, ganz abweicht. Ich will sie, wenn gleich noch unvollständig, hier zur Prüfung vorlegen.

1. Wir haben, wie durch die Bemühungen mehrerer Physiker erwiesen, keinen Grund, eine besondere Materie als Ursach der Wärme anzunehmen; entweder alle Materie ist Wärmestoff, oder es giebt

*) Es reiht sich dieses vielleicht an Rumford's Bemerkungen über Wahlverwandtschaft, *Annalen der Physik*, II. B., S. 258.

**) *Theorie der electrischen Erscheinungen*, S. 93.

gar keinen. Eben fo wenig Grund haben wir, wenn gleich Erwärmung mit Bewegung begleitet ift, das Wefen der Wärme in Bewegung zu fetzen. Ausdehnung ift das einzige, allgemeine, die Erwärmung begleitende Merkmahl. Wir haben alfo allen Grund, diefe als Urfach der Empfindung anzunehmen. Ausdehnung in diefem Sinne bedeutet zunächft nur Vergröfserung der Raumeserfüllung. Betrachten wir aber, dafs wir gar keinen Grund haben, ein Aufhören, eine Grenze der Zufammenziehung durch Erkältung anzunehmen, (einen abfoluten Null-Punkt des Thermometers;) fo tritt hier Ausdehnung auch in feine andere Bedeutung, als Raumeserfüllung. Erwärmung und Erkältung hiefsen dann weiter nichts, als gröfsere oder geringere Freiheit der Kraft, die den Raum erfüllt. Die abfolute wärmende Kraft fteht daher in demfelben Verhältniffe, wie die Freiheit der den Raum erfüllenden Kraft. Diefe verhält fich umgekehrt, wie die Befchränkung oder wie die Dichtigkeiten; alfo, bei gleichen Maffen, wie die Volumina, bei gleichem Volumen, umgekehrt wie die Maffen. Die Gröfse der Kraft, (die abfolute Capacität,) die dazu erfordert wird, eine Maffe in verfchiedene Volumina auszudehnen, wird fich aus Gründen, deren Entwickelung hier zu weit führen würde, umgekehrt wie die Volumina verhalten; *) daher ift der Zufammenhang zwifchen der fpecififchen Capacität und der Ausdehnung der

*) Vergl. *Annalen der Phyf.*, B. II, S. 244.

Körper durch gleiche Temperaturänderungen erklärlich.

2. Aus dieſem folgt, daſs die Temperatur und Capacität im umgekehrten Verhältniſſe ſtehen, daſs es eben ſo viele Urſachen der Erwärmung und Erkältung, als der Aenderungen der Capacität, und überhaupt Aenderungen des Verhältniſſes der Kräfte giebt, alſo entweder durch *chemiſche Verbindungen* der Materien, (die Abhängigkeit der ſpecifiſchen Wärme-Capacität von der chemiſchen Beſchaffenheit iſt bekannt,) oder durch Einwirkung auf einander in die Ferne.

3. Durch chemiſche Verbindungen können die beiden Körper entweder verändert oder nicht verändert werden; im erſtern Falle waren ſie verſchieden, im letztern von Einer Art.

4. Wir wollen den zweiten Fall, wenn Körper gleicher Art, (die ſich chemiſch verbinden,) aber von verſchiedener Temperatur mit einander vermiſcht werden, zuerſt betrachten. Die Temperatur des Körpers A ſey t, ſein Volumen v, ſeine Maſſe m, ſein ſpecifiſches Gewicht s. Die Temperatur des Körpers B ſey t', ſein Volumen v', ſein ſpecifiſches Gewicht s. Nach dem 1, verhielt ſich, bei gleichem Volumen, $t : t' = m' : m$, alſo hier, wo jeder einzelne Körper in dem ganzen Raume von $v + v'$ verbreitet iſt, $m' + m : m = t : \frac{m t}{m' + m}$ und $m' + m : m' = t' : \frac{m' t'}{m' + m}$, alſo die gemeinſchaftliche Temperatur

$t'' = \frac{mt + m't'}{m' + m}$. So ſind wir zu dem Richmannſchen Geſetze gekommen, ohne, wie er, bloſs hypothetiſch anzunehmen, die Temperaturen verhielten ſich umgekehrt, wie die Maſſen.*) Aber aus der Ableitung ſehen wir auch, daſs es nur für Vermiſchungen gilt, wo jede der einzelnen Maſſen jetzt in dem ganzen Raume verbreitet, aber nicht für Mengungen, eben ſo wenig für Vermiſchungen, wodurch die chemiſche Beſchaffenheit geändert wird.

5. Der erſte Fall, oder die Aufgabe, wie viel Wärme bei der Verbindung verſchiedenartiger Körper entſtehe, iſt noch keinem Geſetze unterworfen; wahrſcheinlich wird hier der Körper einen eben ſo groſsen Temperatur-Ueberſchuſs oder Erniedrigung zeigen, als erfordert würde, ihn von dem beobachteten zu dem berechneten ſpecifiſchen Gewichte zu bringen. Doch fehlt es zur Prüfung an den nöthigen Erfahrungen.

6. Die zweite Hauptaufgabe, über die Erwärmung ohne Miſchung, ſcheint ſchwieriger: ſie hat auch die meiſten Hypotheſen erzeugt; die nähere Betrachtung hellet ſie indeſſen leicht auf. Gewöhnlich hat man das Gleichgewicht der Wärme als ausgemacht, als gegeben betrachtet, und die Urſache der Störung, es ſey durch Erwärmung oder Erkältung, aufgeſucht. Richtiger ſcheint indeſſen

*) *Nov. Comment. Acad. Petrop.*, T. I, p. 52.

der entgegengesetzte Weg, da, der stete Wechsel in der Materie gegeben, erst die Ursache des Gleichgewichts aufgesucht werden muss. Wir finden dieses Gleichgewicht überhaupt nur selten, und nur da, wo weder Veränderungen der Lage noch der Mischung vorgehen; nothwendig ist diese Bedingung, weil *nur* unter diesen Umständen die Einwirkung der Körper auf einander sich nicht ändern kann. Dadurch ist die durch Reibung und durch chemische Verbindungen hervorgebrachte Erwärmung erwiesen.

7. Man hat in die Wärmelehre den Begriff von Capacität oder specifischer Wärme eingeführt, (die hier von dem eben angegebenen Begriffe der absoluten Capacität auch durch den Beisatz des specifischen unterschieden werden könnte,) und bezeichnet dadurch das Verhältniss zweier gleich schwerer Körper von gleicher Temperatur auf einen dritten von ungleicher Temperatur, um diese auf die Temperatur des letztern zu bringen, oder, wie es auch ausgedruckt werden kann, die verhältnissmässigen Quantitäten freien Wärmestoffs, die in zwei Körpern von gleichen Massen und Temperaturen, aber verschiedener Qualität, enthalten sind. *) Es bieten die Erfahrungen, so unbestimmt sie auch seyn mögen, viel Merkwürdiges, besonders in Rücksicht des chemischen Verhältnisses dar; nur ist es zu bedauern, dass den

*) Mayer *Ueber den Wärmestoff*, Erlangen 1791, S. 47.

fleiſsigſten Beobachtern derſelben, wie Wilke, Crawford, Kirwan u. a., in der Ueberzeugung, ſie ſey beſtändig, in welche Materie der zu unterſuchende Körper eingetaucht würde, ſobald nur die Capacität dieſer gegen den zur Einheit angenommenen Stoſs beſtimmt ſey, dieſe Unterſuchungen nicht weiter ausgedehnt haben. Der Crawfordſche *) Beweis, daſs die Wärme-Capacität eines Stoffes, ſo lange er ſeinen Zuſtand nicht ändert, gleich ſey, gilt nur für die mit der Vermiſchung gleichartiger Körper angeſtellten Verſuche und nur in Rückſicht der Unempfindlichkeit unſrer Inſtrumente. Wir ſahen, (§. 1,) 1. daſs ſich die Kraft, die gleiche Temperatur-Aenderungen in demſelben Körper hervorbringen ſollte, (ſo lange dieſer ſeinen Zuſtand nicht geändert,) im umgekehrten Verhältniſſe der Voluminum, in welche dieſer ſich ausdehnt, ſtehen müſſe. Nun beträgt, nach Herrn Schmidt's **) Verſuchen, die Ausdehnung des Waſſers von 15 bis 48° Reaum. 0,01328; wie würde ſich dieſe Capacitäts-Aenderung bei unſern jetzigen Verſuchen, wo es ſelbſt auf Zehntheile eben nicht ankommt, wahrnehmen laſſen? Für die Mengungen verſchiedener Stoffe zeigt auch die Erfahrung, daſs die Capacität veränderlich ſey. Crawford's

*) Crawford *Ueber thieriſche Wärme*, S. 45 bis 54. Mayer *Ueber den Wärmeſtoff*, S. 50.

**) Gren's *Neues Journal*, I, S. 227.

wiederholter Verſuch *) bewies, daſs die kalt machende Kraft der erkalteten Blechfläche ſtärker geweſen, als die warm machende der wärmern. Eben ſo iſt unter 13 Reihen der Wilkeſchen **) Verſuche nur Ein, ***) und zwar ein ſehr abweichender Verſuch, in welchem das Maximum der Capacität, das hier nach der Temperatur der Flüſſigkeit beurtheilt wird, nicht auf die höhere Temperatur des erwärmten Körpers gefallen wäre; ein ſicheres Zeichen, da die Flüſſigkeit ſich ſtärker ausdehnt, als der feſte Körper, daſs in dieſe Temperatur ſie zu erheben, verhältniſsmäſsig weniger Wärme erfordert wird, als in die niedrigere. Auch die beiden Verſuche Crawford's ****) mit Kalk und Alkohol, (das ſpecifiſche Gewicht war 0,7, er war folglich ſehr waſſerfrei und daher ſeine chemiſche Wirkung ſehr geringe,) war von gröſserer Erwärmung als bei der höhern Temperatur. Bei den übrigen Verſuchen iſt entweder eine chemiſche Wirkung möglich, oder es ſind die Umſtände nicht gleich. Man ſieht daraus, daſs nur dieſer einzige Verſuch von ihm angeſtellt wurde, woraus man ſchlieſsen konnte, ob die Capacität beſtändig ſey, daſs die Capacität durch Erwärmung, ſo lange

*) Am angeführten Orte, S. 32.

**) v. Crell's *Neueſte Entdeckungen in der Chemie*, X. Th., S. 163 bis 201.

***) Die neunte Reihe, S. 181.

****) Am angeführten Orte, S. 230.

ſie den Zuſtand nicht ändert, auch nicht verändert werde. Theorie und Erfahrung führten mich auf das Entgegengeſetzte, daſs ſie unter dieſen Umſtänden durch Erwärmung abnimmt, daſs folglich die Capacitäten immer für einen beſtimmten Wärmegrad beſtimmt werden ſollten, und daſs dieſe Beſtimmung vielleicht einzig richtig Lavoiſier's Calorimeter geben könne.

C. *Ueber die Ausdehnung des Waſſers in der Nähe des Gefrierpunktes.*

(Zweifel gegen die bisher angeführten Beweiſe dieſer Ausdehnung. Sichere Methode, darüber zu entſcheiden. Das Waſſer ſcheint ſich, je näher es dem Gefrierpunkte kommt, immer mehr zu oxydiren.)

Eine Ausnahme von der ſonſt allgemein beſtätigten Regel, daſs durch Erwärmung die Körper ausgedehnt werden, glaubt man in der von Mairan, de Lüc *) und, (um nur der neueſten genaueſten Verſuche zu erwähnen,) auch von Gilpin, **) Schmidt ***) und Lefèvre-Guineau ****) beobachteten Ausdehnung unter 4° Reaumur.

*) *Unterſuchungen über die Atmoſphäre*, I. Th., S. 439.

**) Gren's *Neues Journal*, II. B., S. 374.

***) *Eben daſelbſt*, I. B., S. 228.

****) *Journ. de Phyſ.*, T. VI, p. 169.

zu finden. Aber ich habe Grund, theils die Sache ſelbſt noch nicht für ganz ausgemacht zu halten, theils, wenigſtens ſo, wie ſie vorgeſtellt wird, daran zu zweifeln, weil die Verſuche auch einer andern Erklärung fähig ſind.

Man hat dieſes Geſetz ſowohl durch Waſſer, das in eine Thermometer-Kugel und Röhre eingeſchloſſen, (wie de Lüc,) als auch durch Aufſuchung des ſpecifiſchen Gewichts, (wie Schmidt und Lefèvre-Guineau,) beſtätigt; aber könnte nicht dieſe Abweichung in beiden Fällen, (da beide Inſtrumente doch nur den Unterſchied der Ausdehnung beider durch gleiche Grade der Wärme angeben,) aus der Zuſammenziehung des Glaſes erklärt werden, die vielleicht faſt gleichförmig fortgeht, wenn jene immer mehr abnimmt? Es wäre in dieſem Falle eine ähnliche Täuſchung, wie das anfängliche Fallen der Thermometer mit ſtarken Kugeln, wenn man man ſie in eine heiſse Flüſſigkeit bringt. *)

Dieſen Zweifeln auszuweichen, glaube ich das folgende einfache Werkzeug ſehr geſchickt. Es beſteht, (Taf. I, Fig. 5,) aus zwei ſtarken Thermometer-Röhren, *ab* und *cd*, von denen jene 5 Fuſs, dieſe ungefähr 1 Fuſs Länge hat, und durch ein weites Gefäſs, in deſſen Boden dieſe, in deſſen Höhe jene eintritt, verbunden ſind. Die Röhre *ab*

*) S. *Abhandlungen der Petersburger Akademie*, II. B., S. 24, und IV. B., S. 216 bis 234.

ist mit Wasser, *cd* mit Quecksilber gefüllt, *eé* ist die Grenze zwischen dem Quecksilber und dem Wasser im Gefäße, und kann, da das Gefäß weit ist, als beständig angenommen werden. Die specifischen Gewichte werden sich daher umgekehrt verhalten, wie die Höhen des Wassers und Quecksilbers *e'n* : *é'm*. Durch Eintauchen in eine kalte Flüssigkeit und Beobachtung des Thermometers darin wird man, nach vorhergegangener Untersuchung des specifischen Gewichts des Quecksilbers bei 0° Reaum., bestimmen können, ob das Wasser von 4° Reaum. ab sich wieder ausdehne. Herr Stoppani hatte für mich ein solches Instrument sehr geschickt ausgeführt; durch einen unangenehmen Zufall füllte sich aber die Röhre *ab* an mehrern Stellen mit Unreinigkeiten, und machte mir für jetzt die Anstellung der Versuche unmöglich. Erfreulich würde mir es seyn, wenn ein Naturforscher, der dazu Gelegenheit und Muse hätte, recht bald diese Untersuchung, die in physikalischer Hinsicht sowohl, wie auch für das metrische System der Franzosen wichtig ist, beendigte.

Schon Nicholson scheint die Unzulänglichkeit der bisherigen Beweise für die Ausdehnung des Wassers in der Nähe des Gefrierpunktes gefühlt zu haben; wenigstens sagt er, dass die Rumfordsche Erfahrung *) mit dem Talge, der sich kugelförmig erhebt, statt sich zu senken, ihm der einzige sichere

*) *Annalen der Physik*, III, S. 281.

Beweis dafür sey. Dieser Versuch scheint aber weit leichter aus der allgemein gefundenen Tropfenbildung der Flüssigkeiten in Stoffen, gegen die sie weniger Anziehung als unter sich zeigen, abgeleitet werden zu können.

Ich sagte, daſs, wenn ich auch die Sache anneh-me, ich wenigstens zweifle, ob sie ganz so sey, wie man sie vorstellt. Das Wasser scheint nämlich beim Erwärmen vom Gefrier- bis zum Siedepunkte nicht ein und derselbe Stoff zu bleiben, sondern in seiner Mischung sich ununterbrochen zu ändern; und eben diese Veränderlichkeit seiner Mischung, diese wahrscheinlich zunehmende Oxygenation bis zum Gefrierpunkte herab, ist es, die es zu der Zwischenrolle bei Oxydationen und Desoxydationen, (nach den Versuchen der Fulhame *) und Rumford's,) **) eignet.

Die Luft, welche wir durch Kochen aus dem Wasser entwickeln, hält Herr von Humboldt ***) für eingemengt. Aber welchen Grund haben wir, sie nicht für chemisch damit verbunden zu halten? Nennt er doch auch das Schneewasser ****) oxyge-

*) Fulhame *Ueber die Wiederherstellung der Metalle*, Göttingen 1798. Doch muſs man bei ihren Versuchen den wichtigen Grundsatz nicht vergessen: *Corpora non agunt nisi soluta.*

**) Scherer's *Journal der Chemie*, II. B., S. 11.

***) *Ueber die unterirdischen Gasarten*, S. 45.

****) *Ueber die chemische Zerlegung des Luftkreises*, S. 164.

nirt, und erkennt doch auch nur durch dieſelben Mittel, wie dort, die Güte der daraus entwickelten Luft. Da dieſe Verbindung übrigens vollkommen den Charakter der Homogenität hat, ſo kann ich es auch nicht anders, als eine chemiſche Verbindung nennen. Nun finden wir, daſs die Luft, aus erwärmtem Waſſer entwickelt, ſtickgasreich, *) die Luft aus dem vorher ſehr erkälteten und nun erwärmten Waſſer oxygenreich **) iſt; was kann man anders ſchlieſsen, als: daſs ſich im letztern Falle mehr Oxygen damit verbunden hat? Ich füllte zwei Gläſer mit demſelben Waſſer von 12° Reaum., und ſperrte ſie in zwei verſchiedenen Schalen mit Queckſilber. Die eine Schale ſetzte ich in die Kälte; ihre Temperatur wurde bis zu 0° Reaum. erniedrigt; auch hatte ſich etwas Eis gebildet. Die andere behielt die Temperatur 11°,5 Reaum. Nun brachte ich in beide gleich viel derſelben hellen Auflöſung des ſchwefelſauren Eiſens. In der warmen fiel ſogleich ein ſtarker Niederſchlag zu Boden; in der kalten blieb die Auflöſung gelblich, ohne Niederſchlag, bis ſie erwärmt wurde. Herr Juch ***) bemerkte, daſs eine gewiſſe Temperatur dazu erfordert würde, um das Waſſer mit dem Sauerſtoffe zu verbinden. Ferner fanden la Hire, ****)

*) Vergleiche, auſser ſehr vielen andern Erfahrungen, *Annalen der Phyſik*, II. B., S. 374.

**) Haſſenfratz im *Journ. polyt.*, Cah. I.

***) Scherer's *Journal*, II. B., S. 495.

****) *Mem. de l'Acad. de Paris*, p. 1693.

Hook, *) Mairan **) und Kraft die Refraction des Waſſers gröſser als im Eiſe. Nach den Verſuchen des Letztern verhielt der Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des Winkels der Refraction ſich im Eiſe wie 1000 : 713, im Waſſer wie 100 : 75. ***) Was kann man aus dieſen Erfahrungen anders folgern, als daſs das Eis ein oxydirtes Waſſer ****) und daſs die Anziehung des Waſſers gegen den Sauerſtoff mit der Verminderung der Temperatur zunimmt. Auch fand de Lüc, *****) daſs dieſe Ausdehnung durch Verbindung des Waſſers mit Kochſalz vermindert, durch Verbindung mit Luft vermehrt würde.

Nicht das Waſſer, welches ſich anfangs durch Erkältung zuſammenzog, dehnt ſich nun aus, ſondern durch Miſchungsveränderung wird nicht nur die Zuſammenziehung aufgehoben, ſondern es wird ſogar noch ausgedehnt. Hiermit ſcheint auch die allgemeine Erfahrung in Verbindung zu ſtehen, daſs zugepfropfte Gläſer, wenn einige Luft darin iſt, nicht ſo leicht beim Frieren zerſpringen, als offene, wie ich dieſes im jetzigen Winter wieder oft beſtätigt gefunden habe. — Es verſteht ſich wohl, wenn wir hier auf die Behauptungen der Anmerk. B. Rückſicht neh-

*) *De Loys abregé de l'Hiſt.*, II, p. 59.

**) *Journ. des Savans*, *Ann.* 1719, p. 580.

***) *Abhandl. der Petersb. Akademie*, III. B., S. 466.

****) Neutonis *Optice*, Lond. 1706, p. 233.

*****) *Unterſuchung über die Atmoſphäre*, I, S. 440.

men wollen, daſs das Umgekehrte: Jede Ausdehnung muſs mit Erwärmung begleitet ſeyn; nicht daraus folgt, daſs jede Erwärmung immer auch Ausdehnung iſt, oder daſs dieſes Umgekehrte nur für die Stoffe gilt, die ſich ſelbſt eine Grenze, (wie feſte und tropfbar-flüſſige,) geſetzt haben, wo alſo nicht die Ausdehnung durch die Veränderung der fremden Grenzen beſtimmt wird, wie bei den luftförmigen.

D. *Ueber einige Wirkungen des Blitzes und die Urſach des Donners.*

(Die Wirkungen der vermeinten electriſchen Materie werden durch Ausdehnung und Zerſetzung der Luft, des Waſſers u. ſ. w. hervorgebracht. Das Rollen des Donners iſt Folge der unendlich vielen, in nicht unterſcheidbaren Zeiten auf einander folgenden Schallzurückwerfungen.)

Die Beſchreibungen merkwürdiger Wirkungen des Blitzes haben ſich ſtark vermehrt, ſeitdem man aufmerkſamer auf dieſe Erſcheinungen wurde, ohne daſs wir in der Erklärung derſelben ſeit Franklin weiter vorgerückt wären. Doch bleibt noch immer viel Räthſelhaftes in dieſen Erſcheinungen. Wie doch wohl derſelbe Blitz, der von einem ſchwachen Drahte, ohne etwas zu beſchädigen, in ein Zimmer geleitet iſt, hier alles verwüſtet, Wände einwirft, die ſchwerſten Laſten fortſchleudert? Wir mögen unſrer Einbildungskraft alle Gewalt anthun; ihn, wie unſre Voraltern, als einen feſten, wie die Neuern, als einen flüſſigen Körper betrachten: beide

müssen sich erst nach dem Eindringen ins Zimmer bilden, beide sich auch hier wieder zerstören.

Wenn wir diesen Wink beachten, so dringt sich uns die Frage auf: ob sich die Wirkungen des Blitzes wohl unmittelbar aus der sogenannten electrischen Materie, oder nicht vielmehr aus einer Veränderung in gewissen Stoffen, die hier eingeschlossen waren, erklären lassen, so wie man vom Zersprengen erwärmter Gefäfse durch die in sie eingeschlossene Luft nicht sagt, die Wärme habe sie zersprengt, sondern *die eingeschlossene* Luft. Nun haben wir in Adam's, van Marum's, Dize's*) Versuchen die Luft von sehr geringen electrischen Funken ausgedehnt. Welche aufserordentliche Ausdehnungen derselben wird dann nicht der ohne Vergleich mächtigere Funken im Blitze hervorbringen! Dazu kömmt dann noch die Zersetzung der Luftarten und des Wassers, und die Verwandlung des in der Luft aufgelösten Wassers in Wasserdunst. Wenn man dieses auf die Erscheinungen bei merkwürdigen Blitzschlägen, (z. B. in Voigt's *Magazin*, I. B., 3 St., S. 143,) anwendet, so werden diese leicht zu erklären seyn. Ich übergehe daher die weitere Ausführung.

Ohne behaupten zu wollen, dafs die Aufhebung der Reizbarkeit, die van Marum**) als die Ursach des Todes der vom Blitze *Erschlagenen* angiebt,

*) *Annal. der Phys.*, IV. B., S. 416.

**) Rozier *Observ.*, Tom. XXXIII, p. 65.

noch kein Zeichen ihrer Abwefenheit; es kann felbft feyn, dafs diefe Electricität, in fich felbft begrenzt, nur beim Uebergange zur Kryftallifation fich bildet und aufgehoben wird. Zeigen nicht mehrere Kryftalle, wie der Turmalin,*) Zeolith,**) Boracit,***) das Marienglas ****) u. m., merkwürdige electrifche Eigenfchaften, die blofs in ihrer *Form* gegründet find, und mit diefer zerftört werden?

Das wäre freilich mit Wahrfcheinlichkeit gefchloffen: ob aber auch mit Wahrheit; das ift eine eine andere Frage. Denn eben jene einzige Aehnlichkeit, die Aldini zu der Begründung brauchte, die Zahl der Strahlen an den Staubfiguren und am Schnee, die Winkel, (von 60°,) unter denen fie fich an einander fetzen; diefe Uebereinftimmung findet hier gar nicht ftatt. Sollte endlich fogar diefe Uebereinftimmung nicht fo vollkommen, oder jene Schneebildung anders zu erklären feyn, fo fiele felbft alle Wahrfcheinlichkeit weg. Aldini nennt die fechsfache Strahlenbildung der Staubfiguren ein gewöhnliches Phänomen. Den Erfolg zeigte die

*) Bergmann *de vi electrica turmalini*, Opusc., V, p. 402. So wie die Turmaline, Tab. IV, 1 und 2, abgebildet find, laufen die Kryftalle auch unter Winkeln von 60° zufammen.

**) Cavallo's *Abhandl. von der Electricität*, Leipz. 1797, II. Th., S. 384.

***) Hany in den *Mémoires de l'inftitut national*, T. I, *math. et phyf.*, p. 55.

****) Gren's *Journal der Phyfik*, B. VII, S. 87.

derholung gar nicht, bei den gröſsern vieläſti-
Sternen konnte man die gröſsere Zahl auf ſechs
ptäſte zurückbringen: aber, wie Herr Profeſſor
bert und mehrere andere, in deren Geſell-
ſt ich dieſe Verſuche zu wiederholen das Ver-
gen hatte, meinten, ſo wäre es auch oft nicht
ver geweſen, mehr oder weniger herauszubrin-
. Hier zur Ueberſicht eine Reihe der etwas be-
mtern:

Verſuch	Verſuch
1 — 6	8 — 4
2 — 6	9 — 6
3 — 6	10 — 5
4 — 9	11 — 5
5 — 8	12 — 3
6 — 6	13 — 6
7 — 6	14 — 6

origens war hier gar nicht an gleiche Winkel
60° zu denken. Nachher fand ich, daſs die
rſuche regelmäſsiger angeſtellt werden können,
nn man die Kugel von der Flaſche abſchraubt,
d mit der Spitze den Harzkuchen berührt. Ich
ielt hier ſehr beſtimmte Figuren, aber die Gleich-
t der Winkel fand ſich nie; die Regelmäſsigkeit
Strahlenzahl eben ſo wenig. Hier nur einige
Probe:

Verſuch 15 — 6
16 — 5
17 — 5
18 — 6
19 — 7 u. ſ. w.

Zum Beweise, daſs mich nicht allein der Zufall getroffen, jene regelmäſsigen Strahlenzahlen nicht zu erhalten, will ich hier auch die Strahlenzahl aller deutlich unterscheidbaren Sterne aus den Kupfern zu Lichtenberg's *Abhandlung* *) ausziehen.

Stern I — 7
Stern II — 6
Stern III — 7
Stern IV — 7
Stern V — 6

Noch wichtigere Gründe finden sich gegen die Erklärung Aldini's vom Hagel aus negativer, vom Schnee aus positiver Electricität. Nicht nur, daſs man dann immer, wenn negative Electricität wäre, Hagel erhalten müſste,**) da man doch auch negative Electricität beim Schnee wahrnimmt, sondern es zeigt auch die genauere Betrachtung der Hagelkörner, daſs sie im Innern völlig die strahlige Krystallisation des Schnees ***) haben. Hier wären also, was Aldini ****) selbst für unmöglich hält, negative

*) Lichtenberg *de nova meth.* etc. *Novi Comment. societ. Gotting.*, T. VII, p. 172.

**) H. von Humboldt nahm beim Schneien denselben Wechsel zwischen + und — wahr, wie Herr Lampadius beim Gewitter. *Annalen der Physik*, B. III, S. 82.

***) de Lüc's *Ideen über Meteorol.*, II. Th., S. 115.

****) *Annalen*, IV. B., S. 426.

und positive Electricität zugleich an einem und demselben Orte *) der Atmosphäre.

Für jetzt glaube ich daher schliessen zu müssen, dass die Electricität noch keine erwiesene Ursach der Schnee-Krystallisation sey. Dazu kömmt noch, dass die Schnee-Krystallisation vielleicht aus der durch den gegenseitigen Druck und die Adhäsion der, (durch Versuche erwiesenen,) veränderten Gestalt der Dunstbläschen hervorgebracht werden. Wenigstens fand ich, indem ich Schaum auf Seifenwasser bildete, dass beim Durchschnitte der Blasen und des Glases sich gar kein Kreis durch die Wasserwände, sondern regelmässige Achtecke gebildet hatten. Eben so auch, von oben angesehen, hatten die Blasen eine achteckige Form. Wenn nun der Frost eine Trennung der Flächen und Zusammenziehung in Nadeln verursacht, so wird man leicht alle die verschiedenen Schneeverbindungen erhalten können, die Hassenfratz **) und andere beobachtet haben.

Meine Versuche über den Einfluss der Electricität auf krystallisirende Flüssigkeiten, indem ich eine durch einen Metallfaden mit dem ersten Conductor verbundene Metallkugel in die Flüssigkeit hing, zeigten mir nichts Auffallendes, als dass die Kry-

*) Herr Seiferheld bildete seinen Hagel bei einer Temperatur von — 13° R., wo es keiner Electricität bedurft hätte, sondern nur einer kleinen Erschütterung, (s. *Annal. der Physik*, I. B., S. 475,) um den Tropfen am Conductor gefrieren zu machen.

**) Voigt's *Magazin*, III. B., 3 St., S. 34.

nicht ein Luftſtrom einen Stein mehr, als den andern treffen, und ihn eher abtrocknen konnte. In dieſem Gehäuſe befand ſich ein Thermometer nach de l'Isle, und ein Stein-Hygrometer mit dem natürlichen Steine, deſſen Grade auf die hundertheilige Skale reducirt wurden. Bei jedem Verſuche wurden beide zu vergleichende Steine auf einem Bleche ſehr erhitzt, und ſchnell abgewogen; dieſes Erhitzen und Abwägen aber, der Sicherheit wegen, noch einmahl wiederhohlt. Als die Steine kalt geworden waren, wurden ſie jeder für ſich an einen ſchwachen Draht gehängt, und zu gleicher Zeit in reines Waſſer getaucht, welches ſehr nahe die Temperatur der Stubenluft hatte; hierauf ein paarmahl abgeſchleudert, der noch anhängende Tropfen mit Löſchpapier abgenommen, und ſo geſchwind als möglich abgewogen. Bei dieſem Abwiegen durfte nur das Gewicht eines Steines beſtimmt werden, da das Gewicht des andern, der in der andern Wageſchale lag, mittelſt des Ausſchlages gefunden werden konnte. Damit aber die Steine der Luft beſſer ausgeſetzt ſeyn möchten, wurden ſie in den Wageſchalen auf die hohe Kante geſtellt.

1. *Vergleichung der beiden, in den Ann. d. Ph., II, 70, angeführten Steinarten.* Der braunrothe Stein wird bei mir mit No. 24, und der ſchwarzbraune mit 29 bezeichnet. Beide Steine ſind hier dünner, und daher leichter, als die daſelbſt angegebenen Steine.

	No. 24.	No. 29.	Zeit.	Wärme der Luft.	Feuchtigkeit der Luft.
Trocken	14,7 As	14,2 As			
Feucht	16,8	16,2	3′	128	
	16,1	15,8	18′	128	43
	15,6	15,3	33′	128	durchgängig
	15,4	14,9	48′	128	
	15,3	14,7	3′	127	
	15,3	14,7	18′	127	

Beide Steine haben ihre Feuchtigkeit in gleicher Zeit, nämlich während einer Stunde, verloren, und sind in dieser Rücksicht von gleicher Güte. Da jedoch No. 24 von 2,1 As angenommener Feuchtigkeit noch 0,6 As, No. 29 aber von 2 As Feuchtigkeit nur 0,5 As bei sich behalten hat; so findet man, wenn man auf das ganze Gewicht der angenommenen Feuchtigkeit 100 Theile rechnet, daſs die beibehaltene Feuchtigkeit bei No. 24 28, und bei No. 29 25 Theile der hunderttheiligen Skale geben würde. Hieraus erhellet, daſs No. 29 vollkommner abgetrocknet sey und den Grad des Hygrometers sehr nahe erreicht habe. Dieser kleine Unterschied ist wahrscheinlich dem Aufsitzen der Steine in den Wageschalen zuzuschreiben, da ich ihn bei allen meinen Versuchen bemerkt habe.

Um jedoch die Steinsorte No. 29 so viel als möglich vollkommner zu machen, oder eine andere bessere Steinart zu finden; bereitete ich nach und nach eine Menge Massen, unter welchen ich diejenigen, welche die Bestimmung beider Punkte aushielten, theils mit No. 29, theils unter einander

auf vorhergehende Art verglich, und hierdurc
wogen ward, die 64ſte Steinart, welche eine
änderung von No. 29 war, für die beſte zu hal

2. *Vergleichung des Steins No. 64 mit aſtrachanſchen Täfelçhen*, welches mir noch
iſt. Es iſt eben ſo dick, als der künſtliche S
aber faſt um die Hälfte kleiner. Es muſste
ſchnell in das Waſſer getaucht, und ſo geſch
als möglich abgeſchleudert werden, da ſchon
einigen vorhergehenden Verſuchen unterhalb k
Stücke losgeweicht worden waren.

	No. 64.	Aſtrach.	Zeit.	Wärme der Luft	Feuchti der L
Trocken	16,9 As	9,7 As			
Feucht	19,25	10,75	25′	125	
	18,45	10,45	40′	124	19
	17,7	10,15	55′	123	
	17,5	9,95	10′	124	
	17,5	9,95	25′	124	

Bei dieſem Verſuche muſste der Stein No.
ſpäter eingetaucht werden, weil der natürliche S
nach dem Eintauchen und Abſchleudern noch
2 Secunden lang naſs blieb. In dieſer wärmern
trocknern Luft hatte No. 64 ſeine Feuchtigke
¾ Stunden verloren, da er zu Ende des Verſ
an der hunderttheiligen Skale 21 Theile gegeben
ben würde. Der aſtrachanſche Stein hingegen
de 23 Theile gegeben haben; er konnte alſo n
nicht alle überflüſſige Feuchtigkeit verloren ha
Die fernere Abnahme der Feuchtigkeit konnte a

an dieſer Wage nicht bemerkt werden, da obiger kleiner Unterſchied nur einzelne Hunderttheile des As betrug. Um mich daher noch gewiſſer von der verhältniſsmäſsigen Güte beider Steine zu überzeugen, ſtellte ich dieſen Verſuch mittelſt zweier, in den *Annal. der Ph.*, I., St. 3, beſchriebenen, Inſtrumente an, welche ſo nahe als möglich neben einander aufgeſtellt wurden. Der aſtrachanſche Stein wurde hier ebenfalls, wegen des ſpätern Verſchwindens der vielen Näſſe, zuerſt eingetaucht, und bei beiden Steinen wurde der feuchte Punkt gleich nach dem Verſchwinden des auf ihrer Oberfläche befindlichen Waſſers beſtimmt.

3. *Vergleichung des Steins No. 64 mit dem natürlichen, an zwei Hygrometer-Inſtrumenten.*

	No. 64.	Aſtrach.	Zeit.	Wärme der Luft.
Trockner Punkt	$-\frac{1}{2}$	$+1$		
Feuchter Punkt	$43\frac{1}{2}$	36	3 U. 19′	124
	$18\frac{1}{2}$	18	34′	123
	$13\frac{2}{3}$	15	39′	123
	10	13	44′	123
	9	12	49′	123
	$8\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{2}$	54′	123
	8	$11\frac{1}{4}$	59′	123
	$7\frac{3}{4}$	11	4 U. 4′	122
	$7\frac{1}{2}$	$10\frac{3}{4}$	9′	122
	$7\frac{1}{4}$	$10\frac{1}{2}$	14′	122
	$6\frac{7}{8}$	10	19′	122
	$6\frac{7}{8}$	$9\frac{1}{2}$	24′	122
	$6\frac{7}{8}$	$9\frac{1}{8}$	29′	123
	$6\frac{7}{8}$	8	5 U.	123

Nach $4\frac{1}{2}$ Uhr ward ich unterbrochen, daſs ich nicht eher als um 5 Uhr nachſehen konnte. Es iſt aber aus deſſen verhältniſsmäſsiger Abnahme zu vermuthen, daſs der natürliche Stein ſeine überflüſſige Feuchtigkeit innerhalb $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Stunde verloren habe, da ihn dieſelbe bei einer andern Vergleichung, obwohl in einer um 2 Grad wärmern Luft, in 1 Stunde 20 Minuten verlaſſen hatte. Bei dem künſtlichen Steine hingegen war ſie in einer Stunde verſchwunden; er würde alſo in dieſer Rückſicht dem natürlichen Steine vorgezogen werden müſſen. Weil ſich jedoch dieſer Stein bei dem Eintauchen ſpäter mit Feuchtigkeit ſättigte, als der natürliche, und dieſerwegen etwas länger in das Waſſer gehalten werden muſste; ſo war zu vermuthen, daſs er ebenfalls die Feuchtigkeit der Luft langſamer annehmen werde. Hiervon ward ich auch ſehr bald überzeugt: denn, als ich das Inſtrument mit dieſem Steine auf einen Teller mit Waſſer unter eine innerhalb angefeuchtete gläſerne Glocke ſetzte, bemerkte ich in den erſten 2 Stunden, daſs er die Dünſte ſpäter, als der Stein No. 29 annahm, welcher alle Feuchtigkeit, die er faſſen konnte, nach einem Verſuche in einem Tage, nach einem andern Verſuche aber in einem Tage 17 Stunden angenommen hatte.

Da ich nun dieſen in anderer Rückſicht guten Stein wegen dieſes Fehlers auf keine Weiſe empfehlen konnte, und dieſen Gegenſtand nicht eher, als nach Erreichung der möglichſt gröſsten Vollkom-

nenheit zu verlassen wünschte, auch vorher schon bei dem 92sten Versuche einen zwar sehr mürben, und in Rücksicht des Verschwindens der Feuchtigkeit sehr langsamen Stein erhalten hatte, der aber unter der Glocke alle Feuchtigkeit, welche er fassen konnte, in 15 Stunden annahm; so unternahm ich, um das geschwinde Verlieren und Annehmen der Feuchtigkeit mit der Festigkeit des Steines zu verbinden, zwar mit denselben schon gut gefundenen Erden, aber mit andern, noch nicht gebrauchten, chymischen Mitteln, eine neue Reihe mühsamer Versuche, zu deren Anstellung mich vorzüglich die Betrachtung aufmunterte: dass eine Steinart der einzige Körper sey, bei welchem eine ähnliche unregelmäſsige Veränderung, als alle übrige bisher zu Feuchtigkeitsmessern gebrauchte Körper, wegen der von der Wärme veränderlichen Elasticität der Fasern, leiden, gar nicht statt finden könne.

Um diese Versuche mit der gehörigen Sicherheit und Gleichförmigkeit anstellen zu können, setzte ich folgende, zum Theil schon vorher beobachtete, Regeln fest: Der zu erwählende künstliche Hygrometer-Stein solle 1. hinlänglich fest und fester als der astrachansche seyn; 2. das langsame Eintauchen oder das Benetzen mit einem Pinsel, bis dessen Oberfläche ganz mit Feuchtigkeit überzogen ist, gut ertragen können; 3. solle er, ohne an seiner Güte zu verlieren, einige Grade über die Hitze des kochenden Wassers erhitzt werden dürfen, da man bei Bestimmung des trocknen Punktes nur die Hitze

des kochenden Waſſers nöthig hat; und 4. ſolle er die Feuchtigkeit, wo möglich, geſchwinder annehmen und verlieren, als der natürliche Stein.

Nunmehr wurden die Steine, welche den drei erſten Bedingungen Genüge leiſteten, zuvörderſt in Anſehung des Annehmens der Luftfeuchtigkeit geprüft, weil die bisher unterſuchten Steine hierin die gröſsten Abweichungen gegeben hatten. Zu dieſer Abſicht beſtimmte ich vorher den trocknen und feuchten Punkt, letztern vermittelſt des Benetzens; und nachdem er abgetrocknet war, erhitzte ich ihn wieder, hing ihn ſogleich an das Inſtrument, welches ſich ſchon vorher nebſt einem Thermometer auf einem Teller mit etwas Waſſer befand, und bedeckte alles mit einer innerhalb angefeuchteten Glasglocke. Hier bemerkte ich zu Anfange jedes Verſuchs ein Paar Stunden hindurch von einer Viertelſtunde bis zur andern, nachher ſtundenweiſe, und endlich in noch gröſsern Zeiträumen, die Grade des Hygrometers und Thermometers, und lieſs das Inſtrument meiſten Theils ſo lange unter der Glocke ſtehen, bis der Weiſer den feuchten Punkt erreicht hatte. Auf dieſe Art hatte ich gefunden, daſs von den beſſern Steinen der erſten Reihe Verſuche 2 Steine in 15 und 17 Stunden, andere aber erſt in 1 bis 8 Tagen von dem trocknen bis zum feuchten Punkte fortgerückt waren. Die hier zu Anfange eines jeden Verſuchs in jeder Viertelſtunde angeſtellten Beobachtungen waren zur Verminderung des Zeitaufwandes ſehr vortheilhaft,

da ich bei einem neuen Steine aus dem Gange des Weifers in den beiden erften Stunden urtheilen konnte, ob der neue Stein gefchwinder, als ein fchon unterfuchter Stein, die Feuchtigkeit der Luft annehme oder nicht.

Nach den oben angegebenen Regeln und vermittelft der befchriebenen Methoden, zur Beftimmung der Gefchwindigkeit im Annehmen und Verlieren der Feuchtigkeit, habe ich von der erften Reihe Verfuche 93, von der zweiten 34, und alfo überhaupt 127 Steinforten unterfucht, und darunter die 125fte, vorzüglich aber die 127fte künftliche Steinforte beffer, als den natürlichen Stein gefunden. Beide Steinarten kommen in der Farbe dem Schiefer oder dem natürlichen Steine ziemlich nahe; auf der einen Seite haben fie eine hellblaue, auf der andern aber eine mit Weifs vermifchte hellblaue Farbe; wiewohl ich bei diefen Unterfuchungen gar nicht auf die Farbe des Steins, fondern blofs auf Erlangung eines gefchwinden Ganges Rückficht genommen hatte. Damit man aber den Gang diefes Steins beurtheilen kann, füge ich folgende Beobachtungen bei.

Annahme der Feuchtigkeit von der 127ften Steinforte unter der Dunftglocke. Der trockne Punkt diefes Steins war — 1, und der feuchte Punkt, vermittelft des Benetzens, 62½.

Zeit.			Stand des Weisers.	Wärme.
11	Uhr	45′	0	138
12	—	—	18	138
		15	28¼	137
		30	34½	135
		45	39¼	134½
1	—	—	42½	133
		15	45⅓	132
		30	48	131
		45	49¾	135
2	—	—	51⅓	138
		30	54	141
3	—	—	56¼	141
		30	58⅓	145
4	—	—	60	145
		30	61¼	146
		45	62½	146

Hieraus erhellet, daſs dieſer Stein alle ſeine Feuchtigkeit in 5 Stunden angenommen habe; daſs alſo dieſe Steinart hierin alle bisher unterſuchte Steine, und ſelbſt den natürlichen Stein übertrifft, welcher alle ſeine Feuchtigkeit erſt nach 1 bis 2 Tagen annimmt. Das Menſchenhaar, welches unter der Glocke ſeinen Bewegungsraum in einer Stunde durchläuft, geht zwar geſchwinder; es ſollte jedoch, mit dieſem Steine verglichen, noch geſchwinder gehen, wenn man deſſen Durchmeſſer, der 24mahl kleiner, als die Dicke des Steines iſt, in Betrachtung ziehet. Bei dem Steine hätte ich zwar dieſe Geſchwindigkeit noch vermehren können, da mir die Mittel hierzu jetzt bekannt ſind: allein ich

ufste beforgen, dafs der Stein an feiner Feftigkeit twas verlieren, und dafs die Feuchtigkeit alsdann ingfamer den Stein verlaffen werde. Da jedoch us der Tafel erhellet, dafs der Stein alsdann am ingfamften die Feuchtigkeit annimmt, wenn er der ättigung am nächften ift, und diefes langfamere Zunehmen der Feuchtigkeit eben fo wohl der Luft ls dem Steine zugefchrieben werden mufs: fo wer- en die augenblicklichen Veränderungen, welche m öfterften bei der mittlern Luftfeuchtigkeit vor- illen, immer noch gefchwind genug von diefem Iygrometer-Steine angezeigt werden. Diefes be- ierkt man auch fehr deutlich, wenn man den Stein nhaucht oder das Inftrument unter eine Dunft- locke bringt.

Der Stein 127 *verlor feine Feuchtigkeit* in fol- enden Zeiten an einem ruhigen Orte der Stube.

Zeit. Nachmittags		Stand des Weifers.	Wärme.	Aftrachan. Hygrometer.
4 Uhr	50′	$62\frac{1}{2}$	130	8
5 —	5	50	124	8
	20	39	120	8
	35	31	118	8
	50	$28\frac{1}{2}$	118	8
6 —	5	$27\frac{1}{2}$	118	8
	20	$26\frac{3}{4}$	118	8
	35	$26\frac{3}{4}$	118	8
7 —	11	$27\frac{2}{3}$	120	8
den folgenden Tag früh um 7 Uhr		$30\frac{1}{2}$	137	$8\frac{1}{3}$

Hieraus erhellet, daſs dieſer Stein ſeine überflüſſige Feuchtigkeit in $1\frac{1}{2}$ Stunde, folglich eben ſo geſchwind, als der natürliche, verloren habe. Ein anderer Stein dieſer Sorte hatte dieſelbe in einer trocknen Luft in einer Stunde verloren. Er verliert alſo die Feuchtigkeit hinlänglich geſchwind, und das Verlieren ſteht mit dem Annehmen in einem beſſern Verhältniſſe, wie 1 zu 5, als bei allen unterſuchten Steinen, wo es wie 1 zu 15 und 17 oder wie 1 zu 24 bis 192 war. Während des ganzen Verſuchs zeigte das Hygrometer mit dem natürlichen Steine, welches ſehr nahe neben erſterm ſtand, durchgängig 8 Grade, welche nach der hunderttheiligen Skale 12 Theile geben. Der künſtliche Stein hingegen zeigt nach dem Verſchwinden der Feuchtigkeit $26\frac{3}{4}$ Grade oder 43,5 Theile.

Dieſer groſse Unterſchied von 31,5 Theilen, welcher auch durch die Beobachtung an dem folgenden Tage, und mehrere Beobachtungen, wo beide neben einander an der Wand hingen, beſtätigt wird, war mir anfänglich ſehr auffallend. Da ich aber überlegte, daſs der Stein No. 64 ſo wohl, als noch drei andere Steine, welche die Feuchtigkeit unter der Glocke langſamer, als der natürliche angenommen, mehr Trockenheit, als der natürliche, gezeigt hatten: ſo ward es mir wahrſcheinlich, daſs dieſe gröſsere Trockenheit mit dem langſamern Annehmen der Dünſte in einem Zuſammenhange ſtehe, und daſs dieſe langſamern Steine vielleicht nur die gröbern Waſſertheile aufzunehmen geſchickt

ſind. Hieraus lieſse es ſich auch erklären, warum dieſe letztern etwas geſchwinder abzutrocknen pflegen.

Dieſe Unterſuchungen, die augenblickliche Veränderung des Weiſers bei dem Anhauchen und wenn man das Hygrometer in eine trocknere Luft bringt, und verſchiedene Beobachtungen, wo der künſtliche Stein einen veränderten Grad zeigte, indem der natürliche unverändert blieb, haben mich nun überzeugt, daſs dieſe Steinſorte No. 127, und zunächſt auch 125, allen vorher unterſuchten künſtlichen Steinen ſowohl, als dem aſtrachanſchen Schiefer vorgezogen werden müſſen.

8. *Ueber die Beſtimmung der feſten Punkte an dem Stein-Hygrometer.*

In dem 3ten Stücke des erſten Bandes dieſer Annalen habe ich, durch den Verluſt eines aſtrachanſchen Steins veranlaſst, der Sauſſüriſchen Beſtimmung beider feſten Punkte den Vorzug gegeben; ob ſie wohl viel langwieriger als die Beſtimmung vermittelſt der Hitze und des Waſſers iſt. Ich glaubte mich hierzu um ſo mehr berechtigt, weil das Stein-Hygrometer mit dem Haar-Hygrometer verglichen werden ſollte, und noch nicht ausgemacht war, ob die auf beide Arten beſtimmten feſten Punkte übereinſtimmten, oder nicht. Nachdem ich aber meinen künſtlichen Stein ſo eingerichtet hatte, daſs er die Hitze und Näſſe ſehr verträgt: ſo war mir ſehr viel

daran gelegen, zu erfahren: ob und um wie viel die auf beide Arten bestimmten feuchten Punkte von einander abweichen. In Ansehung des trocknen Punktes, welcher ohnedies unter der Glocke die meiste Sorgfalt und Geduld erfordert, war diese Bedenklichkeit gehoben, da ich durch Erfahrung überzeugt worden war, dass dem Steine alle seine Feuchtigkeit viel sicherer durch Hitze, als vermittelst des vegetabilischen Laugensalzes oder des Kalkes entzogen wird.

Zur Bestimmung des *trocknen Punktes* bediene ich mich eines 15 Zoll langen und 2 Zoll breiten eisernen Blechstreifens, welcher so in einen Winkel gebogen ist, dass die Biegung zwischen $2\frac{1}{2}$ Zoll und $12\frac{1}{2}$ Zoll fällt. Das kurze Stück dient zum Auflegen der Steine und das längere zum Stiele. Den Stein pflege ich so aufzulegen, dass das Häkchen über das Blech hervorsteht, und die Oeffnung desselben nach unten gekehrt ist, damit ich den Stein, indem er noch auf dem Bleche liegt, an den Wagebalken anhängen kann. Das Blech wird auf wenigen Kohlen etwas langsam so weit erhitzt, bis man die Hitze des Griffs 2 Zoll hoch über dem Steine nicht mehr vertragen kann. Alsdann ist das untere Blech so heiss, dass man sich daran verbrennt, und der Stein ist gewiss hinlänglich ausgetrocknet.

Um den *feuchten Punkt* zu bestimmen, tauchte ich anfänglich den an einen Draht gehängten künstlichen Stein geschwind in Wasser: weil ich jedoch fand, dass der feuchte Punkt unter der Glocke be-

ſtimmt, höher ſtand; ſo erwählte ich dieſe letztere Beſtimmung alsdann, wenn es auf Genauigkeit abgeſehen war. Da ich aber hier, wegen des Einfluſſes der Wärme auf das Auflöſen und Niederſchlagen der Dünſte unter der Glocke, denſelben veränderlich fand; ſo ſetzte ich die mittlere Wärme, den 14ten Grad nach Reaum. oder den 124ſten Grad nach de l'Isle, feſt, für welchen ich den höchſten Punkt der Feuchtigkeit zu beſtimmen ſuchte. Weil jedoch dieſe Beſtimmungsart bei den Steinen mehrere Tage erforderte, ſo wünſchte ich die kürzere Beſtimmungsart, vermittelſt des Benetzens, mit jener übereinſtimmend machen zu können. Zu dieſer Abſicht ſtellte ich verſchiedene Verſuche an, von welchen ich nur den mit der 48ſten Steinart angeſtellten Verſuch hier als Beiſpiel anführe.

Nachdem ich dieſen Stein 13 Tage lang unter der Dunſtglocke gelaſſen hatte, zeigte der Weiſer auf 67 Grade; ob ich wohl aus den vorhergehenden Beobachtungen den feuchten Punkt um 4 bis 5 Grade niedriger geſchätzt hatte. Da ich nun ſah, daſs das Inſtrument mit Feuchtigkeit überzogen war, ſo hob ich die Glocke ab, und fand den Stein von den niedergefallenen Dünſten ebenfalls ganz mit Waſſer überzogen. Sobald aber dieſe oberflächliche Feuchtigkeit von der Stubenluft aufgenommen worden, und das Glänzende verſchwunden war, zeigte der Weiſer auf 62. Hierauf lieſs ich den Stein abtrocknen, und beſtimmte den feuchten Punkt, je-

doch ſo, daſs ich den Stein nach dem Eintauchen mit einem Pinſel ſo lange benetzte, bis er ganz mit ſichtbarem Waſſer überzogen war. Nunmehr gab dieſer ſo behandelte und an das Inſtrument gehängte Stein gleich nach dem Verſchwinden des ſichtbaren Waſſers ebenfalls den 62ſten Grad für den feuchten Punkt an. Dieſes Verfahren habe ich in allen unterſuchten Fällen übereinſtimmend mit dem unter der Glocke gefunden.

Jetzt pflege ich den Stein auf den Boden einer kleinen Schachtel zu legen und ihn auf beiden Seiten ſo lange mit einem Pinſel anzufeuchten, bis er nichts mehr einſaugen kann und ganz mit Waſſer, ohne jedoch Tropfen anzuſetzen, überzogen iſt. Hierauf hebe ich ihn mittelſt der Schachtel auf und hänge ihn an den Wagebalken. Dieſes Verfahren gewährt den Vortheil, daſs man ihn jetzt, wo er am weichſten iſt, nicht anfaſſen darf. Sollte der Stein auf einer Seite oder an einem Orte zu geſchwind abtrocknen, ſo macht man ihn daſelbſt noch etwas feucht, damit er durchgängig einen Waſſerglanz habe, weil der feuchte Punkt nur dadurch um 1 oder ½ Grad niedriger oder höher beſtimmt wird, wenn die Feuchtigkeit an einem Orte des Steins noch hängt, indem ſie an dem andern Orte ſchon ganz verſchwunden iſt: denn daſs eine veränderte Wärme auf die Beſtimmung des feuchten Punktes keinen Einfluſs habe, zeigen folgende Verſuche, welche mit demſelben Steine, von welchem ich das Annehmen und das Verlieren ſeiner

Feuchtigkeit oben angegeben habe, angeſtellt worden ſind.

	Wärme des Waſſers.	Wärme der Luft.	Feuchter Punkt.
1. Verſuch	128	136	$62\frac{1}{2}$
2. Verſuch	125	130	$62\frac{1}{2}$
3. Verſuch	98	120	62
4. Verſuch	150	125	$62\frac{1}{4}$
5. Verſuch	150	148	$62\frac{1}{2}$

Der erſte Verſuch war vor Anſtellung des Inſtruments mit dieſem Steine unter die Dunſtglocke, und der zweite, um die Geſchwindigkeit, mit welcher er die Feuchtigkeit verlor, zu erfahren, gemacht worden. Die drei letztern Verſuche wurden jetzt bei ſehr verſchiedener Wärme des Waſſers und der Luft angeſtellt; aus welchen erhellet, daſs ein Unterſchied von 52 Graden in der Wärme des Waſſers und von 28 Graden in der Wärme der Luft keinen Einfluſs auf den feuchten Punkt habe. Der kleine Unterſchied von $\frac{3}{4}$ Grad iſt bloſs dem Umſtande zuzuſchreiben, daſs die Feuchtigkeit auf der Oberfläche des Steins nicht jedes Mahl zu gleicher Zeit abtrocknet. Allein dieſer Fehler iſt zu klein, als daſs er für die mittlern Grade ſchädlich werden könnte.

9. *Verbeſſerung des Weiſers an dem in den Annalen, I, beſchriebenen Stein-Hygrometer.*

Bei dem öftern Gebrauche meines Inſtruments habe ich noch folgende Unbequemlichkeiten an dem Weiſer gefunden. Da nämlich der Stein und das

Gewicht an Fäden hingen, ſo ward der Weiſer bei dem Forttragen des Inſtruments zu ſehr in Bewegung geſetzt, daſs man wegen des Anſchlagens und Zerbrechens des Steines in Sorgen ſeyn muſste. Um das Schwingen des Steines ganz wegzuſchaffen, hatte ich zwar bei einem Inſtrumente den Stein in einer Art von durchbrochener Scheide ganz mit dem Weiſer verbunden; allein die Beſtimmung der beiden feſten Punkte ward dadurch ſehr unbequem. Noch mühſamer war es aber, das Gewicht jedes Mahl für jeden zu unterſuchenden Stein vollkommen paſſend zu machen. Um nun beide Unbequemlichkeiten zu heben, habe ich den Weiſer auf folgende Art eingerichtet.

Dieſer Weiſer wird Tab. V, Fig. 1, ſo vorgeſtellt, wie man ihn von oben herunter ſiehet. Bei *a* hat er die Geſtalt einer Gabel, welche vier feine Löcher führt. Durch dieſe wird ein feiner ſeidener Faden oder ein Menſchenhaar ſo durchgezogen, daſs es vorn bei *a* von einem Theile der Gabel bis zu dem andern unterhalb, jedoch etwas locker, gehet. Auf dieſen locker aufgeſpannten Faden kann das Oehrchen des Steins *d*, Fig. 2, wo man den Weiſer von der Seite ſiehet, ſehr bequem gehängt werden. Der Faden iſt etwas locker, damit er noch einige Biegſamkeit behält und das Oehrchen beſtändig in der Mitte der Oeffnung hängt.

Der

Der Schieber *b*, Fig. 1 und 2, ist ein starkes viereckiges Stückchen Messing, welches oben eine viereckige Oeffnung hat, durch welche der Weiser sanft hindurchgehet. Bei *c*, *c*, Fig 2, hat dieses Stückchen zwei krummgebogene Federn von hartgeschlagenem dünnen Messingbleche, welche dasselbe an der beliebten Stelle des Weisers festhalten. Da nun alle meine Steine in dem Gewichte nicht sehr von einander abweichen; so konnte ich dieses Gewicht so einrichten, dass es bei allen Steinen, die ich untersucht habe, gebraucht werden konnte, und ich fand mich zugleich in den Stand gesetzt, dass entweder beide feste Punkte die bequemsten Orte erhielten, oder dass wenigstens der trockne Punkt nicht weit von *o* zu liegen kam.

VI.

BEOBACHTUNGEN
über die Scylla und Charybdis,
von
LAZZARO SPALLANZANI. *)

Da ich mich an der Meerenge von Meſſina befa
nahm ich die Gelegenheit wahr, die ſo berüchti
Scylla und *Charybdis*, dieſes Schrecken der Schiff
im Alterthume, genauer zu unterſuchen. Sie l
gen am nördlichen Eingange der Straſse von Meſſi
einander gegen über, Scylla an der italiäniſche
Charybdis an der ſiciliſchen Küſte. Mein klein
Both brachte mich zuerſt zur *Scylla*.

Dieſe iſt ein hoher Felſen an der Küſte Ka
briens, der 12 ital., (3 deutſche,) Meilen von M
ſina, unweit der kleinen Stadt Scylla ſteht, u
faſt ſenkrecht aus dem Meere emporſteigt. Kau
regte ſich etwas Wind, und doch hörte ich, noc
2 italiäniſche Meilen vom Felſen entfernt, ſchon ei
Gemurmel, und ein dem dumpfen Gebelle mehr
rer Hunde ähnliches Getöſe, deſſen Urſache ich i
der Nähe bald entdeckte. Der untere Theil de
Felſens enthält mehrere Höhlen, von denen ein
der gröſsten von den daſigen Landbewohnern *Dra
gera* genannt wird. Iſt die See nur im geringſte

*) Ausgezogen aus dem 4ten Bande ſeiner Reiſe
durch das Königreich beider Sicilien.

unruhig, so stürzen sich die Wellen in diese Höhlen, brechen sich darin, schlagen gegen die Wände, und werfen schaumige Blasen herauf, wodurch die so verschiedenen und mannigfaltigen Töne verursacht werden. Aus den Beschreibungen der Alten, besonders Homer's, im zwölften Gesange der Odyssee, sieht man, dass die Meeresfläche zu ihrer Zeit beinahe dieselbe Höhe als noch jetzt gehabt haben müsse. Denn wäre sie auch nur wenige Fäden seit dieser Zeit gefallen, so würde sie sich vom Fusse des Felsens gänzlich zurück, gezogen haben, da er nach meinen Beobachtungen nicht sehr tief unter die Wasserfläche geht. Dies scheint mir einer von den vielen starken Beweisen zu seyn, dass die merkwürdigsten Senkungen des Meeres noch vor den Zeiten Homer's sich ereignet haben. Homer beschreibt den Gipfel der Scylla als stets in den Wolken verborgen, und an allen Seiten so steil und glatt, dass kein Sterblicher, wenn er auch zwanzig Hände und zwanzig Füsse hätte, ihn erklimmen könne; und das ist noch jetzt der Wahrheit nahe.

Was die Gefahren betrifft, welche sie dem Schiffer bereitet, so bemerkte ich darüber Folgendes. Ob man schon Ebbe und Fluth in den offnen Theilen des mittelländischen Meeres kaum gewahr wird, so sind sie doch in einem so engen Kanale, als die Meerenge von Messina, sehr beträchtlich; auch halten das Anschwellen und Fallen des Wassers hier, wie in andern Gegenden, ihre regelmäfsigen Pe-

rioden. Wird die Fluth von einem Winde begleitet, der mit ihr gleiche Richtung hat, so haben die Schiffe nichts zu befürchten. Denn sind sie dem Laufe des Schiffes entgegen, so ankert dieses am Eingange des Kanals; und sind sie dem Schiffe günstig, so fährt es mit vollem Segel so schnell durch den Kanal, dass es gleichsam nur über das Wasser hin zu fliegen scheint. Weht hingegen ein starker Nordwind, wenn die Fluth von Süden nach Norden strömt, so widersteht die Fluth einem Schiffe, das mit dem Winde segelt, beim Eingange in den Kanal, und von diesen beiden widerstrebenden Kräften wird es endlich entweder gegen den Felsen Scylla geschleudert, oder auf die benachbarten Sandbänke getrieben, wenn der Steuermann nicht in Zeiten die nöthige Hülfe erlangt. Zur Verhütung dieses Unglücks sind daher 24 der stärksten, kühnsten und erfahrensten Seeleute, die diese Gegend ganz genau kennen, Tag und Nacht an der Küste von Messina als Posten ausgestellt, die bei den Nothschüssen eines Schiffs sogleich zum Beistande herbeieilen, und es mit einem ihrer leichten Bothe fortziehen. Der Strom nimmt nämlich da, wo er am stärksten ist, nicht die Breite des ganzen Kanals ein, sondern windet sich in mannigfaltigen Krümmungen durch ihn hindurch, welche den Lootsen genau bekannt sind, daher sie denn das Schiff so zu leiten wissen, dass es seiner Gefahr entkommt, welcher ohne diesen Beistand selbst der geschickteste Steuermann so leicht nicht entgeht. Bei dem schrecklichen Kampfe der Wellen, die der

Wind und der Strom in entgegengesetzter Richtung gegen einander treiben, ist das Auswerfen des Senkbleies vergeblich, denn bei der Heftigkeit des Stroms bleibt das Blei häufig auf der Oberfläche des Wassers schwimmend. Die stärksten Kabeltaue, mehrere Fuss dick, reissen dann wie dünne Fäden. Wirft man auch zwei oder drei Anker aus, so fassen sie entweder wegen des felsigen Grundes nicht ein, oder sie werden sogleich wieder von der Heftigkeit des Wassers losgerissen. Jedes Hülfsmittel der Kunst, das sonst ein Schiff überall im mittelländischen Meere, und selbst auf dem fürchterlichen Oceane retten könnte, ist hier fruchtlos: nur allein der Muth und die Erfahrung der Seeleute von Messina können Rettung gewähren.

Zum Beweise dieser Behauptung könnte ich viele Beispiele anführen, die mir von glaubwürdigen Personen erzählt sind. Ich war selbst Augenzeuge von einer solchen Lage eines Marseiller Handlungsschiffes, das, als ich gerade von einem Hügel in die See hinblickte, von der nördlichen Mündung her in den Kanal einfuhr. Der Strom und der heftig wehende Nordwind waren beide dem Schiffe günstig; es lief daher mit vollem Segel, und hatte beinahe die Hälfte der Meerenge zurückgelegt, als sich plötzlich der Himmel mit dicken Wolken überzog, und heftige Windstösse eintraten, welche in einem Augenblicke die Richtung des Stroms veränderten, und die See vom Grunde aus umstürzten. Kaum hatten die Schiffer Zeit, die Segel einzuziehen,

während die tobenden Wellen von allen Seiten in das Schiff einbrachen. Sie feuerten zwei Nothschüsse ab; vielleicht aus Gewohnheit, oder weil sie mit der erwähnten löblichen Einrichtung der messenischen Küste bekannt waren. Sogleich eilte eins von den zu diesem Dienste bestimmten Bothen ihnen zu Hülfe, und brachte das Schiff auf die vorerwähnte Art glücklich in den Hafen. Hatte ich vorher mit Schaudern und Entsetzen der augenblicklichen Lebensgefahr der Schiffsmannschaft zugesehen; so betrachtete ich mit so viel lebhafterer Verwunderung und Freude die Geschicklichkeit und den Muth der Lootsen, die das ihrer Führung anvertraute Schiff durch das stürmende Meer sicher hindurch steuerten. Die unzähligen Manoeuvres, mit denen dieses geschah, lassen sich nicht beschreiben. Bald wurde das Steuerruder auf diese, bald auf jene Seite gewendet, bald die Segel gespannt, bald eingezogen, je nachdem sich der Wind erhob oder nachliess, und, zur Vermeidung der Stösse der Wellen und um ihre Gewalt desto leichter zu brechen, bald das Vordertheil, bald die Seiten des Schiffs den Wellen zugekehrt.

Ich wende mich nun zur *Charybdis*. Sie liegt in der Meerenge selbst zwischen einem hervorspringenden Landstriche, *Punta Secca* genannt, und einem andern, worauf die Lanterna, oder der Leuchtthurm steht, der zur Leitung der Schiffe dient, die bei Nacht in den Hafen einlaufen. Alle Schriftsteller, welche sie beschrieben haben, hielten sie für einen

Strudel. **Homer** ist der Erste, der dies behauptet; er beschreibt sie im zwölften Gesange der Odyssee als ein Ungeheuer, das dreimahl in einem Tage das Wasser verschlingt, und dreimahl wieder auswirft. **Büffon** ist ganz der Meinung **Homer's**, und sagt im 2ten Theile seiner Naturgeschichte von ihr gerade dasselbe. **Strabo** erzählt uns in seinem sechsten Buche, daſs der Strom die Trümmern der von diesem Strudel verschlungenen Schiffe bis nach der 30 Meilen weit entfernten Küste von *Tauromênium*, (gegenwärtig *Taormina*,) führe. Hier soll man auch, der Sage nach, den Körper des berühmten Tauchers **Colas**, mit dem Beinahmen: **Pesce**, (der, um dem Könige **Friedrich** von Sicilien seine Geschicklichkeit zu zeigen, sich dreimahl in die Charybdis stürzte, beim dritten Mahle aber nicht wieder erschien,) einige Tage darauf gefunden haben.

Ich suchte hier an Ort und Stelle, wo möglich, auszumachen, ob diese Meinung der Alten und neuer Reisenden gegründet, und ob die Charybdis wirklich ein Strudel sey. Sie ist ungefähr 750 Fuſs von der Küste von Messina entfernt, und wird von den dasigen Landbewohnern *Calofaro*, das ist, *der schöne Leuchtthurm*, genannt, weil dieser nicht weit davon liegt. Das Wort selbst kommt, wie man sieht, von καλος und Φαρος her. Das Phänomen der Calofaro ist sichtbar, wenn der Strom, mit den Seeleuten zu reden, die Meerenge herunter, d. h., von

Norden, kömmt.*) Beim Aufgehen oder Untergehen des Mondes tritt der *heraufsgehende*, (südliche,) oder der *heruntergehende*, (nördliche,) Strom ein, und währt 6 Stunden. In der Zwischenzeit zwischen beiden Strömen herrscht eine völlige Meeresstille, die zum wenigsten eine Viertelstunde, aber nie länger als eine Stunde anhält. Nachher tritt bei dem Auf- oder Untergange des Mondes der Strom von Norden her ein, macht dann verschiedene Einfallswinkel mit der Küste, und erreicht endlich die Calofaro. Darauf gehn zuweilen zwei Stunden hin; zuweilen stürzt er sich aber sogleich in die Calofaro, und dies ist, wie man aus Erfahrungen weiss, ein sicheres Zeichen von schlechtem Wetter.

Auf die Versicherung der erfahrensten Seeleute, dass man sich ohne Gefahr in die *Calofaro* wagen könne, entschloss ich mich dazu. Das Both, in welchem ich diese Fahrt anstellte, wurde von vier geschickten Schiffern regiert, die mir Muth zusprachen, da sie meine Furcht bemerkten, und versicherten, dass sie mir nicht allein einen recht nahen Anblick derselben verschaffen, sondern mich auch ohne Bedenken in die Calofaro hineinführen würden.

*) Kömmt der Strom von Süden, so sagen sie, er komme die Strasse *herauf*. Den Strom in der Strasse nennen sie *Rema*. Ein Ueberbleibsel der griechischen Sprache, (wo ῥευμα einen Strom bedeutet,) die ehemahls in Sicilien Landessprache war. *Sp.*

Schon von der Küſte aus erſchien mir die Charybdis wie eine Gruppe ſtürmiſchen Waſſers; aber näher hin ſchien ſie noch mehr ausgebreitet und ſtürmiſcher zu ſeyn. Als ich den äuſserſten Umfang derſelben erreicht hatte, lieſs ich ſtill halten, um die erforderlichen Beobachtungen anzuſtellen, und überzeugte mich mit völliger Gewiſsheit, daſs das, was ich ſah, *nichts weniger als ein Strudel* war.

Die Hydrologen lehren uns, daſs wir unter einem *Strudel* in einem ſtrömenden Gewäſſer den Kreislauf deſſelben zu verſtehen haben, den es unter gewiſſen Umſtänden annimmt, und daſs bei dieſem Drehen oder Wirbeln ſich in der Mitte ein mehr oder weniger tiefer, umgeſtürzter Hohlkegel bildet, deſſen innere Seiten eine Spiral-Bewegung haben. Von dieſem allen erblickte ich nichts in der Calofaro. Der Kreis, in welchem ſie ſich umherdrehte, hatte höchſtens hundert Fuſs im Durchmeſſer, und innerhalb deſſelben war ſchlechterdings keine Vertiefung von irgend einer Art und keine ſtrudelartige Bewegung zu bemerken, ſondern nur ein beſtändiges Aufſchwellen und Schwanken von beunruhigten Wellen, die ſich erhoben, fielen und wechſelſeitig an einander ſchlugen. Doch waren dieſe unregelmäſsigen Bewegungen ruhig genug, um über die ganze Fluth wegfahren zu können, was ich denn auch that. Unſer kleines Both ward aber bei allem dem von dieſer beſtändigen Bewegung ſo ſehr hin und her geſchleudert, daſs wir unſre Ruder beſtändig gebrauchen muſsten, um nicht aus

der *Calofaro* herausgetrieben zu werden. Ich warf Körper von verschiedener Art in den Strom. Specifisch schwerere als das Waffer, sanken unter und erschienen nicht wieder; leichtere blieben auf der Oberfläche, wurden aber bald von den unruhigen Wellen aus dem sich umwälzenden Kreise herausgetrieben.

Da mich diese Beobachtungen überzeugten, dass unter der *Calofaro* kein Abgrund seyn kann, (denn man sieht keinen Strudel; der die auf ihm schwimmenden Körper in die Tiefe herunterrisse;) so sondirte ich ihren Grund mit dem Senkbleie, und fand, dass ihre gröfste Tiefe nicht über 500 Fuss beträgt; ja ich erfuhr zu meinem grossen Verwundern, dass über die Calofaro hinaus, gegen die Mitte des Kanals, die Tiefe noch ein Mahl so gross ist. Aus diesen Thatsachen muss ich also schliessen, dass zu dieser Zeit kein Strudel in der Charybdis war: ich sage mit Fleiss: zu dieser Zeit; weil der Fall ganz anders seyn kann, wenn das Meer stürmt. Hierüber suchte ich nun von den erfahrensten Seeleuten, die zur Rettung der in Gefahr kommenden Schiffe bestimmt sind, und welche die Charybdis mehrmahls in ihrer gröfsten Wuth gesehen hatten, Auskunft zu erhalten. Das Wesentliche aus ihrer Antwort ist Folgendes.

Wenn der Strom und der Wind sich entgegen und beide sehr heftig sind, und besonders wenn der Scilocco oder Südwind weht, ist das Aufsteigen und Schlagen der Wellen innerhalb der Charybdis

viel lebhafter, heftiger und ausgebreiteter. Es zeigen fich dann in ihr drei, oder vier, oder auch wohl noch mehr kleine Strudel, je nachdem ihr Umfang gröfser, und ihre Heftigkeit ftärker ift. Wenn dann der Strom oder der Wind kleine Schiffe in die Calofaro treibt, fo werden fie in einem Kreife herumgedreht, hin und her gefchleudert und finken unter; aber nie fieht man, dafs fie in den Wirbel hinabgezogen würden. Sie finken nur, wenn die darüber fchlagenden Wellen fie mit Waffer gefüllt haben. Werden gröfsere Schiffe in die Calofaro getrieben, fo können fie fich nicht aus ihr heraushelfen, welchen Wind fie auch haben mögen, und die Segel find ihnen dann gänzlich unnütz. Nachdem fie eine Zeit lang von den Wellen herumgetrieben find, werden fie, wenn ihnen die Seeleute diefer Gegend nicht zur Hülfe herbeieilen, mit Gewalt gegen die Küfte der Lanterna gefchleudert, wo fie fcheitern und wo gewöhnlich der gröfste Theil ihrer Mannfchaften in den Wellen umkommt. *)

*) Folgende Befchreibung des Schiffbruchs eines Schiffs in der *Calofaro* wurde mir nach meiner Rückkunft von Sicilien von einem meiner Freunde in Meffina überfchickt. „Vor ungefähr drei Wochen fahen wir eine neapolitanifche Polakke, die mit Korn beladen war, auf ihrer Ueberfahrt von Puglia in der Calofaro untergehn. Es blies ein fehr heftiger Süd-Oft-Wind, und das Schiff, das alle Segel aufgezogen hatte, bemühte fich, den nicht

Ueberlegt man diese Thatsachen, so zeigt sich, dass das meiste, was man von der Charybdis geschrieben hat, irrig ist. Sie ist weder ein Strudel, noch zieht sie die Schiffe, die in sie hineinkommen, nach ihrer Mitte und in den Schlund hinab. Hört der Strom auf, so ist sie völlig gefahrlos, wie ich mich durch meine eigne Erfahrung und Beobachtung überzeugt habe. Ja selbst dann, wenn sie unruhig und gefährlich ist, zeigt sich keine strudelartige Vertiefung und kein Schlund, sondern nur ein stärkeres Spiel der schwellenden und sinkenden Wellen, wodurch zufällig einige kleine nicht zu fürchtende Wirbel entstehn. Statt entfernte Schiffe in sich hineinzuziehn und zu verschlingen, treibt die Charybdis sie vielmehr zurück und schleudert sie von sich hinweg.

weit von der Calofaro gelegenen Hafen zu erreichen. Aber bei dem Eingange in denselben wurde es von dem Hauptstrome ergriffen und mit Gewalt in die Calofaro gezogen, wo es vergeblich von seinen Segeln Gebrauch zu machen suchte. Nachdem die Wellen es eine Zeit lang in ihr herumgeschleudert hatten, brachen sie entweder über dasselbe ein, oder die Seiten des Schiffes zerborsten und es ging unter. Die Mannschaft und ein Theil der Ladung wurden von unsern Seeleuten, die mit zwei Bothen zur Hülfe schleunigst herbeieilten, gerettet. Sie werden hieraus sehen, wie die Wellen ein Schiff in die Charybdis versenken können, ohne dass es nöthig ist, einen Strudel in ihr anzunehmen."

Homer hat zuerſt die entgegengeſetzte, unwahre, Meinung von der Charybdis aufgebracht, und die übrigen Beſchreiber derſelben haben ihm blind nachgeſprochen, ohne dieſes Naturereigniſs an Ort und Stelle ſelbſt zu unterſuchen. Dieſer Vorwurf trifft ſelbſt den Sicilianer Fazello, der uns ſonſt ſehr richtige Nachrichten von ſeinem Vaterlande gegeben hat, und der ſeine falſche Beſchreibung von der Charybdis, die offenbar zeigt, daſs er ſie nicht ſelbſt geſehen und beobachtet hat, mit der oben vorgebrachten irrigen Annahme ſchlieſst, daſs die von der Charybdis verſchlungenen Körper von den untern Strömen des Meeres nach den Küſten von Taormina gebracht würden.

Cluver kommt der Wahrheit noch am nächſten. Er ſagt: „ihm ſey die Charybdis wie ein reiſsend flieſsender See vorgekommen, von der es aber nicht wahr iſt, was Homer von ihr erzählt, daſs ſie dreimahl des Tages in ihren weiten Schlund das Waſſer verſchlinge und wieder auswerfe; das thue ſie nur, wenn der Strom im Kanale ſehr hoch und unruhig iſt.“ Uebrigens hat er ſie wohl nur von der Küſte aus betrachtet, und nicht ſie befahren, da er dieſes ſicher ſonſt erzählen würde.

In Anſehung der Lage der Charybdis hat ſich Homer auch ſehr geirrt. Er läſst, im 12ten Geſange der Odyſſee, die Göttin Circe ſagen: „die Charybdis liege nahe an einem Felſen, der nur ei-

nen Pfeilflug weit von der Scylla entfernt ſey.“ Da wir nun gar keine Nachricht haben, daſs die Scylla ihre Lage verändert habe, und alle italiäniſche, römiſche und griechiſche Schriftſteller, (als Ovid, Tzetzes im Lycophron, Strabo, und andere mehr,) darin völlig überein ſtimmen, daſs die Charybdis, wie es auch wirklich iſt, nahe an Meſſina liegt; ſo ſieht man, daſs Homer, der ſonſt alles ſo richtig beſchreibt, ſie nicht ſelbſt geſehen, und hier einmahl irrige Nachrichten gehabt habe.

Was das wohl bekannte Sprichwort bei den Alten betrifft: „*Incidit in Scyllam, qui vult vitare Charybdin,*“ ſo ſuchte ich auch hierüber bei meinen Schiffern aus Meſſina Auffchluſs, da ſie wohl die einzigen ſind, die ihn geben könen. Sie erzählten mir, daſs dieſes Unglück, wenn auch nicht immer, doch ſehr häufig eintrete, ſofern man nicht bei Zeiten die gehörigen Maaſsregeln ergreift. Wenn ein Schiff den ſtürmiſchen Wellen der Charybdis entflohen iſt, und mit einem ſtarken Südwinde nach dem nördlichen Eingange der Meerenge ſegelt, ſo kommt es ganz ſicher durch den Kanal, wofern es nicht auf einen Wind von entgegengeſetzter Richtung trifft. Dann aber wird es das Spiel dieſer beiden Winde, und, unfähig, vorwärts oder rückwärts zu fahren, wird es von beiden nach einer mittlern Richtung, d. h., gerade auf den Felſen der Scylla hin getrieben, wofern nicht die Seeleute der Küſte ſogleich zu Hülfe kommen. Sie fügten

noch hinzu, dass bei dergleichen Stürmen gewöhnlich sich noch ein Landwind erhebe, der von einem engen Passe in Kalabrien herkommt, und die Gewalt, mit der das Schiff gegen den Felsen zu getrieben wird, noch vermehrt.

Bei dem allen ist die Strasse von Messina jetzt dem Schiffer nicht mehr furchtbar.

Die schrecklichen und fürchterlichen Schilderungen, die uns die Alten von der Scylla und Charybdis und von den Gefahren dieser Fahrt machen, rührt von dem damahligen Kindheitszustande der Schifffahrt her: denn obgleich die Umstände und die Lage der Dinge noch dieselben sind, ja der Kanal jetzt noch enger als sonst, also auch gefährlicher ist; so verunglückt hier doch nun nur höchst selten ein Schiff, weil jetzt theils die Steuerleute die gehörige Geschicklichkeit und Kenntniss besitzen, theils die Seeleute ihnen, wenn Gefahr da ist, schnell zu Hülfe eilen. Und so haben Scylla und Charybdis jetzt für Schiffe, welche die gehörige Vorsicht anwenden, nichts Schreckbares mehr als ihren Nahmen.

VII.
NACHRICHTEN UND BEMERKUNGEN.

1. *Von einer ältern Araneologie.*
(Aus einem Briefe.)

— — Jene Nachricht, die ich in einem öffentlichen Blatte fand, und ziemlich ficher zu seyn scheint, geht Herrn Quatremere d'Ibyonval und seine meteorologischen Spinnen am meisten an. In einem zu Görlitz 1588 von Barthol. Scultetus unter dem Titel: *Meteorographicum perpetuum*, oder *ewigwährende Praktica*, herausgegebenen Werke, beschäftigt sich Scultetus im 7ten Kapitel des zweiten Theils mit Anzeigen von bevorstehender Witterung aus dem Benehmen der Spinnen, und giebt uns eine Araneologie, die wohl mit unsrer 200 Jahr spätern verglichen zu werden verdient. Da das Finden an und für sich selbst nicht viel Anstrengung kostet, die Finder sich aber darüber gewöhnlich gar viel einbilden, so werden solche historische Notizen auch in moralischer Hinsicht ihren Werth behalten. *A.*

2. *Preisfragen auf das Jahr* 1800.

a. *Physikalische, der Göttinger Societät der Wissenschaften für den November* 1800. (Preis 50 Ducaten; Einsendungs-Termin September.)

Da aus einer Menge zuverlässiger Versuche erhellet, dass beim Kochen des Wassers in offenen Ge-

Gefäſsen viel ſogenannte *latente Wärme* zwecklos fortgeführt und zerſtreuet wird, die gehörig zuſammengehalten und benutzt, vielleicht von Vortheil für die Haushaltung und für manche Gewerbe ſeyn dürfte: *) ſo ergreift die Societät dieſe Gelegenheit, die Aufmerkſamkeit mathematiſcher Naturforſcher auf *die Bewegungsgeſetze der Dämpfe* zu lenken. Sie wünſcht daher 1. eine auf Verſuche und mathematiſche Betrachtungen gegründete *Beſtimmung der Geſetze, wonach ſich Dämpfe von kochendem Waſſer durch Röhren von gegebener Länge, Weite, Materie, Temperatur* u. ſ. w. *richten;* und indem dieſes gewiſſermaſsen als bekannt vorausgeſetzt wird, wünſcht ſie 2. dargethan zu ſehn, *welchen Grad von Wärme* eine gegebene, auf die Art fortgeleitete Maſſe von Dämpfen, einer gegebenen Waſſermenge von bekannter Temperatur, in einer beſtimmten Zeit mittheilen kann?

b. *Der Fürſtlich-Jablonowskiſchen Societät zu Leipzig.* (Preis 24 Duc. Einſendungs-Termin, März 1801.)

Mathematiſche Preisfrage: Hiſtoriſche Darſtellung, mit Angabe der Quellen, der ſo mannigfaltigen Anwendungen der *Attractions-Geſetze*, von Newton an, bis auf unſre Zeiten. — *Phyſiſch-ökonomiſche Preisfrage:* Ueber *den Einfluſs der Atmoſphäre auf die Fruchtbarkeit des Bodens*, nach den neueſten ſicherſten Erfahrungen und Unterſuchungen darüber. **) Wie können insbeſondere Beſchaffenheit, Lage und Bearbeitung oder Kultur

*) Vergl. Band IV der *Annalen*, S. 232.

**) Vergl. *Ann.*, I.

des Bodens dazu beitragen, diesen Einfluss recht thätig und wirksam zu machen.

Bemerkung des Herausgebers.

Bei beiden Societäten ist es statutenmäfsige Bedingung, dass nur lateinisch oder französisch geschriebene Abhandlungen, zur Concurrenz zugelassen werden. Deutsche Aufsätze können keine Ansprüche auf den Preis machen, wären sie auch dem Inhalte nach die besten. Woher kommt diese stiefmütterliche Behandlung unsrer Muttersprache, da selbst die Harlemmer und andere holländische Societäten deutsch geschriebene Preisabhandlungen ohne Bedenken zulassen und krönen? Sollte das nicht der wahre Grund seyn, warum so selten Preisabhandlungen bei der Göttinger und Leipziger Societät einlaufen? Warum will man bei wissenschaftlichen Untersuchungen den freien Gedankengang durch Fesseln einer ausländischen Sprache hemmen, und dadurch die Schwierigkeiten unnöthig häufen. Wem wäre der, (übrigens gewiss sehr unbillige,) Einfall zu verargen, dass es unter solchen Bedingungen mehr um ein Exercitium in der sogenannten gelehrten oder eleganten Sprache, als um Beförderung der physikalischen und mathematischen Wissenschaften zu thun wäre? Sollte es nicht Pflicht der trefflichen Männer seyn, die diesen Instituten vorstehn, allem solchen Spotte zuvorzukommen, und so offenbar zweckwidrige Bedingungen, welche alle Concurrenz lähmen, zur Ehre unsrer Muttersprache und zum Besten der physikalischen Wissenschaften, je eher je lieber aufzuheben?

ANNALEN DER PHYSIK.

ÜNFTER BAND, ZWEITES STÜCK.

I.

VERSUCHE,
len Grund zu entdecken, wesshalb ler Blitz in Gebäude einschlug, die mit Gewitter-Ableitern versehn waren,

vom

)berst-Lieutenant Henri Haldane.*)

Man hat sich bisher den Blitz, bei Erklärung seiner Wirkungen, mehrentheils als einen einfachen electrischen Funken gedacht; in den folgenden Versuchen betrachte ich ihn als einen Entladungsschlag. Dieses ist er höchst wahrscheinlich, und es erklären sich daraus mehrere Umstände, wodurch die vielen Streitigkeiten über die beste Gestalt der Blitzableiter verursacht wurden.

*) Im Auszuge aus Nicholson's *Journal of natur. philos.*, Vol. 1, pag. 433 — 441.

Die Erſcheinungen bei der geladenen Glastafel belehren uns, daſs, wenn eine dünne nicht-leitende Fläche, zwiſchen zwei leitenden, z. B. zwei Metall-Flächen, ſo liegt, daſs ſie über die Enden derſelben ringsum hervorſteht, und die eine der Metallplatten dadurch iſolirt wird, indeſs die andere in leitender Verbindung mit dem Fuſsboden ſteht, die Electricität, welche man der iſolirten zuführt, ſich auf der ſie berührenden Oberfläche des Nichtleiters verbreitet, und zugleich die entgegengeſetzte Oberfläche, an welche die nicht-iſolirte Metallplatte liegt, in einen entgegengeſetzten Zuſtand von Electricität verſetzt. Beide Zuſtände, (die poſitive und negative Electricität,) erhalten ſich gegenſeitig durch ihre beiderſeitige Einwirkung auf einander; bei feſten Nichtleitern ſelbſt dann, wenn man die beiden leitenden Flächen von ihnen entfernt. So bald man aber die beiden Metallplatten wieder an den Nichtleiter, und ſie unter einander in eine leitende Verbindung bringt, ſo verſchwindet ſogleich die Electricität, entweder ohne Geräuſch, oder mit einem Knalle. — Auch iſt es bekannt, daſs atmoſphäriſche Luft die Stelle des Nichtleiters hierbei vertreten kann.

Hieraus darf man ſchlieſsen, daſs der Blitz eine ſolche Entladung dünner, doch weitgedehnter Luftmaſſen iſt, die auf eine ähnliche Art electriſirt ſind. Ihre obere Fläche iſt in dem einen; ihre untere, nach der Erde zu gerichtete, Fläche in dem entgegengeſetzten Zuſtande von Electricität; und, wenn dieſe

geladenen Luftmassen über hohe Gebäude fortziehn, welche zwischen ihren beiden entgegengesetzten Oberflächen eine leitende Verbindung abgeben, so erfolgt die Explosion des Blitzes. — Im Augenblicke, da der Blitz in ein Gebäude einschlägt, kann sich die untere Fläche der geladenen Luftmasse entweder über das ganze Gebäude, oder nur über einen Theil desselben, oder selbst gar nicht darüber verbreiten, wenn nämlich das Gebäude nur als ein Theil zu dem gehört, was die leitende Verbindung zwischen den beiden Flächen ausmacht.

In solchen Gebäuden giebt es allerlei Sachen aus Metall. Ihnen und ihrer unterbrochenen Verbindung mit der Erde schreibt man gewöhnlich den gröſsten Antheil an der Verwüstung zu, welche der Blitz, wenn er einschlägt, anrichtet; und man sucht deſshalb die Gebäude durch Ableiter aus Metall zu sichern. Der Nutzen, den man von den Ableitern erwartet, gründet sich auf die Voraussetzung, daſs der Blitz, indem er zur Erde herabfährt, stets lieber einem ununterbrochenen Leiter folgt, als solchen, die mit Nichtleitern abwechseln, und daſs daher ein durchweg zusammenhängender Leiter von Metall, der von dem obersten Ende des Gebäudes bis unter die Grundmauern fortgeführt ist, den Blitz auffangen, zur Erde herableiten, und dabey alle Unfälle abhalten werde, die sonst wohl entstehn, wenn der Blitz auf Metall trifft, das nicht mit der Erde in Verbindung steht. Da es aber doch in einige mit Ableitern versehene Gebäude ein-

geschlagen hat, so muss in ihnen der Blitz, entweder, ohne sich dem Ableiter zu nähern, oder aus dem Ableiter selbst auf die beschädigten Theile gefahren seyn. Denn möge gleich alles Metall ausser Berührung mit dem Ableiter gebracht seyn, so kann man doch nicht annehmen, dass irgend ein Metall innerhalb der Grenzen des Hauses, ausser der Schlagweite des Blitzes liege.

Um mich hierüber durch Versuche zu belehren, die mit dem Blitze so nahe als möglich übereinkämen, erdachte ich folgenden Apparat, durch den sich dünne Luftschichten laden und entladen lassen.

Zwei hohle Cylinder aus dünnem Holze, von innen und von aussen mit Zinnfolie überzogen, *A*, *A*, Fig. 1, Taf. III, stehn aufrecht auf dünnen, isolirten Holzscheiben. Die Glassäulen, auf welchen diese Holzscheiben ruhen, sind ungefähr einen Fuss lang und unten in zwei starke, mit Zinnfolie bekleidete, kreisförmige Bretter befestigt, die man unmittelbar auf den Fussboden setzt. Die beiden Cylinder selbst stehn 5 Fuss weit aus einander; der Durchmesser ihrer Höhlung beträgt 18 Zoll, und sie haben von den isolirten Scheiben an, einschliesslich eines halbkugelförmigen Huts, 8 Fuss 6 Zoll Höhe.

Aus der Mitte jedes der beiden kreisförmigen Füsse geht durch ein rundes, 1 Fuss weites Loch, welches in den isolirten Holzscheiben ausgeschnitten ist, ein dicker Glaspfeiler, ungefähr 6 Zoll weit, in die innere Höhlung der Cylinder hinauf, und hier

steht auf ihm ein hölzerner, ganz mit Zinnfolie überzogener, Cylinder *B*, *B*. Dieser hat 1 Fuss im Durchmesser, ist, einschliesslich seines halbkugelförmigen Kopfes, 6 Fuss 6 Zoll hoch, und steht mit dem äussern Cylinder vollkommen concentrisch, so dass er überall 3 Zoll weit von dessen innerer Fläche absteht. Durch eine Kette, welche an den innern Cylinder befestigt ist, lassen sich beide Cylinder in leitende Verbindung setzen, so dass sie nur Einen isolirten Leiter bilden; oder der innere Cylinder kann durch sie mit dem untern Fusse und so mit der Erde verbunden werden, indess der äussere isolirt bleibt. Dieses letztere geschah bei den folgenden Versuchen. Ein Draht *BB* setzt die beiden mit Stanniol bekleideten Füsse, mithin auch die innern Cylinder, ein zweiter *A*, *A* die äussern isolirten Cylinder in Verbindung.

Der Draht *MN* führt aus dem positiven Conductor der Maschine, einem der äussern Cylinder, so wie die Maschine in Gang kommt, Electricität zu: und da diese Cylinder isolirt, die innern aber in leitender Verbindung mit der Erde sind; so werden die dünnen Luftschichten zwischen dem äussern und innern Cylinder geladen, und es erfolgt ein heftiger electrischer Schlag, wenn man die innern und äussern Cylinder in leitende Verbindung bringt. Hierbei stellen die äussern Cylinder die obere, die innern Cylinder die untere, nach der Erde zu gerichtete Fläche einer geladenen Luftmasse in der Atmosphäre vor.

In einiger Entfernung von den beiden Cylindern steht ein runder Tisch *T*, mit einer Schraubenspindel in seiner Mitte. Die Mutterschraube trägt eine 10 Zoll hohe Glasröhre, und hat von aussen einige Windungen, um welche zwei Seile geschlagen sind, die über Rollen im Tische und dessen Fuss bis zu dem gehn, der die electrische Maschine dreht; mittelst dieser Seile läfst sich die Glasröhre *S* nach Willkühr um ihre Achse drehn. Diese Glassäule trägt einen horizontalen Draht *PH*, und zugleich einen zweiten senkrechten Metallstab, auf welchen, mittelst einer Hülse *O*, der Draht *OL* aufgesteckt ist, der in *L* an einem der äussern Cylinder anliegt. Auf dem Drahte *PH* sitzen zwei mit Zinnfolie überzogne Korkscheiben *H*, *H*, welche folglich zugleich mit dem äussern Cylinder *A* positiv electrisirt werden, und sich zugleich mit der Glassäule *S* hin und her drehen lassen. Ihnen dient *P* zum Gegengewichte, und eine Schnur, welche zwischen *H* und *P* über einen Arm des senkrechten Metallstabes unterhalb der Hülse *O* geht, erhält den Draht *PH* horizontal. Er liegt 6 Schuh, der Draht *MN* 8 Schuh hoch über dem Fussboden. Die beweglichen Korkscheiben *H*, *H* stellen eine Wolke vor, die sich in der Atmosphäre bewegt, und zugleich, da sie mit dem äussern Cylinder *A* in Verbindung stehn, einen Theil der obern Fläche der geladenen Luftmasse, der sich nach Willkühr über ein Gebäude fortführen läfst.

C, *D*, *E*, *G* sind isolirte Metallstäbe, die sich nach Willkühr einzeln in vollkommen leitende

Verbindung mit der Erde setzen lassen, und gemeinschaftlich auf ein Gestell befestigt sind, daſs in jeder beliebigen Höhe mittelst einer Schraube festzustellen ist. *C* stellt den Blitzableiter eines Gebäudes vor, steht deshalb bey den folgenden Versuchen mit der Erde, (jedoch nicht mit dem innern Cylinder *B*,) in leitender Verbindung, und läſst sich oben mit einer Spitze oder Kugel versehen. Die isolirten Metallstäbe *D*, *E*, *G*, deren letzterer sich fortnehmen läſst, bedeuten Metallkörper im Gebäude. Zwischen dem Blitzableiter *C* und einem der Metallkörper *D* dient eine 18 Zoll lange Glasröhre voll Wasser zur leitenden Verbindung, dergleichen bei einem Gewitter sicher häufig vorhanden ist. Der zweite Metallkörper *E* hat mit den innern Cylindern durch einen Draht *ER* Gemeinschaft; zugleich stehn die beiden isolirten Kugeln *D*, *E* innerhalb ihrer wechselseitigen Schlagweite, und zwischen ihnen liegt ein brennbarer Stoff, z.B. trockner Kolophoniumstaub, auf Baumwolle, um daran die Wirkungen der electrischen Materie beim Uebergange aus dem einen in den andern wahrzunehmen. Da sich ein Blitzableiter, so weit man will, erhöhen läſst, so nehme ich bei den folgenden Versuchen an, er sey so hoch, daſs keine andere metallische Spitze das Gebäude durch ihren Einfluſs auf die electrische Materie in Gefahr setzen könne.

Der Fall ist verschieden, je nachdem der Theil der geladenen Luftmasse, welche die entgegengesetzte Electricität der sich bewegenden Wolke hat,

1. über den Blitzableiter und die übrigen Metallkörper des Gebäudes verbreitet ist; oder 2. blos über einige metallische Körper des Hauses, nicht aber über den Ableiter; oder 3. weder über den Ableiter noch über die andern metallischen Stoffe des Gebäudes sich ausbreitet.

Versuch 1. Um den Apparat dem ersten Falle gemäss einzurichten, wurden der Blitzableiter *C* und die isolirte Kugel *E*, mit dem Drahte *BB*, und dadurch mit den innern Cylindern in Verbindung gesetzt. Ging nun die Wolke *H*, *H* dicht über dem Blitzableiter *C* weg, so erfolgte eine Explosion, und die Luftschicht zwischen den Cylindern wurde augenblicklich entladen, der Ableiter mochte sich in eine Spitze oder eine Kugel endigen. Zog dagegen die Wolke in weiterer Entfernung, (ausserhalb der Schlagweite,) über den Ableiter hin, so fand zwar in beiden Fällen keine Explosion Statt, aber doch verschwand, (hatte der Ableiter zu oberst eine *Spitze*,) die Electricität der äussern Cylinder, und die Luftschicht zwischen den Cylindern entlud sich, einem Electrometer zu Folge, allemahl und ohne Geräusch; welches, wenn der Ableiter in eine *Kugel* auslief, nicht Statt fand. Obgleich die Kugel *D* mit dem Ableiter *C* durch die Wasserröhre in leitender Verbindung stand, so sprangen doch in keinem dieser Fälle Funken von *D* nach *E* über.

Versuch 2. Um den zweiten Fall nachzuahmen, wenn der untere Theil der geladenen Luftschicht sich über einige metallische Stoffe im Gebäude, aber

nicht über den Blitzableiter verbreitet, blieb der Apparat wie vorhin; nur wurde der Blitzableiter *C* außer leitender Verbindung mit den innern Cylindern *BB* gesetzt. Die Resultate waren dieselben, wie die vorigen; nur daſs jetzt in den Fällen, wo vorhin eine Explosion erfolgte, der Funke erst aus der Wolke in den Ableiter, dann aus der Kugel *D* in die Kugel *E* übersprang, und dabei die mit Kolophonium bestreute Baumwolle jedes Mahl entzündete.

Versuch 3. Soll endlich der untere Theil der geladenen Luftschicht weder mit dem Ableiter, noch mit irgend einem andern Metallkörper im Gebäude in Verbindung stehn; so behalte man den Apparat bei, wie vorhin, hebe aber die Gemeinschaft der Kugel *E* mit den innern Cylindern *BB* auf, und setze dafür *E* in leitende Verbindung mit der Erde. Dann finden unter keinerlei Umständen Explosionen Statt; nur da, wo sie vorhin erfolgte, springen schwache Funken aus der Wolke auf den Conductor über, wodurch die Electricität der äußern Cylinder *AA* etwas vermindert wird. Zwischen den Kugeln *D*, *E* erfolgt kein Funke.

Die beiden folgenden Versuche stellte ich an, um zu zeigen, der Blitz könne zu dem beschädigten Theile eines Gebäudes, das mit einem Ableiter versehen ist, ohne den Ableiter zu treffen, herabkommen. Ragt nämlich auch der Blitzableiter ziemlich hoch über das Gebäude hervor; so kann doch die Lage der geladenen Luftmasse so seyn, daſs ihre

obere Fläche von einem metallischen Stoffe im Gebäude eben so weit, als von dem Blitzableiter selbst absteht; und dafs in diesem Falle der Blitz nach dem Metallkörper fahren könne, ohne den Ableiter zu treffen, sieht man aus dem vierten und fünften Versuche.

Versuch 4. Die Glasröhre zwischen dem Blitzableiter *C* und dem isolirten Körper *D* wurde weggenommen, der Ableiter mit der Erde, und die Metallkugel *D* mit dem isolirten, in eine Spitze auslaufenden, Drahte *G*, (der jetzt einen zugespitzten Metallkörper im Gebäude vorstellt,) in leitende Verbindung gesetzt, und die isolirte Kugel *E* blieb wie vorhin mit den innern Cylindern *BB* in Gemeinschaft. Bei dieser Einrichtung wurde mithin vorausgesetzt, dafs die untere Fläche der geladenen Luftmasse sich weder durch den Ableiter *C*, noch durch den Metallkörper *G*, sondern durch ein Metall in der Schlagweite von *G* wegziehe. Damit die Wolke *H*, *H* in gleichem Abstande über den Ableiter *C* und die Metallspitze *G* weggehn könne, machte man beide gleich hoch.

Wurde nun die Wolke über beide fortgeführt, so sprang manchmahl der Funke auf den Ableiter *C* über, (gleich viel, ob er sich in eine Spitze oder in eine Kugel endigte,) andere mahl auf die Spitze *G*; und geschah das letztere, so wurde die mit Harz bestreute Baumwolle augenblicklich entzündet. Gab es blofs einen Funken auf den Ableiter, und nicht zugleich auch auf die Metallspitze *G*, so zeig-

ten ſich manchmahl zugleich Funken zwiſchen den iſolirten Kugeln *D*, *E*, die ſtark genug waren, das Kolophonium zu entzünden. Dieſe Funken waren viel ſtärker, wenn der Ableiter ſich mit einer Kugel, als wenn er ſich mit einer Spitze endigte. Sie ſcheinen zu beweiſen, daſs der Uebergang der electriſchen Materie nicht an einen Weg allein gebunden iſt.

Verſuch 5. Ich ſetzte, bei übrigens unverändertem Apparate, den Ableiter *C* mit den innern Cylindern *BB* in leitende Verbindung; welches den Fall darſtellt, wenn die untere Fläche der geladenen Luftſchicht den Ableiter und den Metallkörper, beide berührt. Hatte der Ableiter eine Spitze und die Wolke ging nahe über den Ableiter und zugleich innerhalb der Schlagweite über die Spitze *G* des andern Metalldrahtes fort, (gleich viel, ob ſie ſich dieſer Spitze mehr oder weniger als dem Ableiter näherte,) ſo zeigte ſich nirgends ein Funken und die Wolke entlud ſich ohne Geräuſch. Endigte ſich dagegen der Ableiter in eine Kugel, ſo erfolgte eine Entladung, welche die Kugel des Ableiters oder die Spitze *G* traf, je nachdem die Wolke ſich jener oder dieſer mehr näherte, und im letztern Falle entzündete ſich das Kolophonium ſogleich.

Reſultate.

Aus dieſen Verſuchen erhellt, daſs es nicht ſowohl auf die Geſtalt und Conſtruction der Blitzableiter, die man an Gebäuden anbringt, als vielmehr

auf die jedesmahlige Lage der untern Fläche der geladenen Luftſchicht gegen das Gebäude ankommt, ob der Ableiter ſeine Dienſte gehörig verrichten und das Gebäude ſichern werde.

Ob der Ableiter ſich in eine *Spitze* oder in eine *Kugel* endigen müſſe, iſt nach den Reſultaten dieſer Verſuche nicht leicht zu entſcheiden. Bei den groſsen Wirkungen in der Natur iſt dieſes wahrſcheinlich gleichgültig. Die Kugel hatte in dieſen Verſuchen 3 Zoll im Durchmeſſer und die geladene Wolke höchſtens 70 Quadratzoll Oberfläche. Kommen dagegen mehrere Morgen groſse Schichten geladener Luft ins Spiel, ſo iſt, in Vergleich mit ihnen, eine 3 Zoll groſse Kugel nicht beſſer als eine Spitze. Da indeſs über dieſe Frage ſo viel iſt geſtritten worden, ſo wollen wir ſie nach den Datis, welche dieſe Verſuche an die Hand geben, zu entſcheiden ſuchen.

Nach dem erſten und dritten Verſuche zu urtheilen, ſind Spitzen den Kugeln bei Blitzableitern vorzuziehn. Sie wirken auf weit gröſsere Entfernungen und heben die Wirkung des Blitzes ohne Exploſion auf, welche bei Kugeln immer Statt hat und ſtets mit einiger Gefahr verbunden iſt. Der zweite Verſuch zeigt aber, daſs eben dieſe Wirkung der Spitzen in gröſsern Fernen, den Blitz deſto eher nach dem Hauſe zu lenkt; und in ſo fern möchte es ſcheinen, daſs Kugeln den Spitzen vorzuziehn wären. Bedenkt man hingegen, daſs die meiſten Metalle in den Gebäuden zugeſchärft oder zugeſpitzt

find, und dafs fie gerade fo wie die Spitzen auf den Ableiter wirken, ihr Wirkungskreis alfo vielleicht weiter als der des Ableiters mit Kugeln reicht; dafs ferner die Höhe einer Spitze, in Vergleich der ganzen Ausdehnung, wohl zu geringe feyn möchte, um die Gefahr, vom Blitze getroffen zu werden, merklich zu erhöhen: fo fcheint es doch, als dürfe man von Ableitern, die fich in Spitzen endigen, fich einen beffern Erfolg als von Ableitern mit Kugeln verfprechen.

Diefe Betrachtungen über die Wirkungen verftärkter Electricität habe ich bisher mit Fleifs auf einzelne Gebäude eingefchränkt; allein fie können fich in der Natur auf einen viel gröfsern Erdraum, als den ein Gebäude einnimmt, verbreiten. Der Blitz, der einen Gewitterableiter trifft, kann längs deffelben, ohne dem Gebäude Schaden zu bringen, zur Erde herabgehn, (wenn die untere Fläche der geladenen Luftfchicht fich durch keinen Theil des Gebäudes weiter erftreckt;) allein wenn er in Berührung mit der Erde gekommen ift, wird er fich defshalb noch nicht fogleich zerfetzen. Das findet nur da Statt, wo er mit entgegengefetzter Electricität in Verbindung kommt. Haftet diefe an entlegenen Körpern auf der Erde, fo wird der Blitz fortwirken, bis er an den Ort diefer entgegengefetzten Electricität angelangt ift; und findet er nicht auf diefem Wege gute Leiter, fo kann er dabei noch grofsen Schaden anrichten.

Man pflegt den Schaden, der in einiger Entfernung von dem Platze angerichtet wird, an welchem der Blitz eingeschlagen hat, aus Gründen der Franklinschen Theorie, dem sogenannten *Rückschlag* zuzuschreiben. Mit einer wenigstens gleichen Wahrscheinlichkeit läſst er sich davon ableiten, daſs der Platz in dem Wege lag, den der Blitz von einer der Oberflächen der geladenen Luftschicht zur entgegengesetzten nahm.

Fig. 2 stellt ein Haus mit einem Blitzableiter vor, welcher vom Blitze getroffen wird. Es sey *A A* die obere, *B B B* die untere Fläche der geladenen Luftschicht, welche die Erde oder Körper auf der Erde berührt. Nach Verschiedenheit der Fälle, welche den drei ersten Versuchen entsprechen, erstrecke sich diese untere Fläche einmahl bis 1, das andere Mahl bis 2, das dritte Mahl bis 3, und die punktirten Linien *A*1, *A*2, *A*3 mögen für diese drei Fälle die Grenzen der geladenen Luftschicht bezeichnen. Dem zweiten Versuche zu Folge wird der Blitz, wenn er den Gewitterableiter *C* trifft, den Weg *CF* nehmen, und folglich, wenn *A*2 die Grenze der geladenen Luftschicht ist, in das mit dem Ableiter versehene Gebäude selbst, und wenn *A*3 diese Grenze ist, in das benachbarte Gebäude bei *F* einschlagen.

II.

Einige OPTISCHE BEMERKUNGEN,

besonders über die Reflexibilität der Lichtstrahlen,

von

P. Prevost

Professor zu Genf, F. R. S. *)

Die verschiedene *Brechbarkeit* der farbigen Elemen-e des Lichts, mit der seit Newton's Zeit die hysiker sich emsig beschäftigt haben, und die, von llen Seiten bestritten, sich doch gehörig bestätigt at, scheint jetzt keinem Streite mehr unterworfen u seyn. Nicht so die verschiedene *Reflexibilität* es farbigen Lichtes. Noch kürzlich hat ein eng-

*) Im Auszuge aus den *Philosophical Transact. for* 1798, *Part.* 2, p. 311 — 331. Prevost kannte, als er diesen Aufsatz der Londner Societät überschickte, nur die erste Abhandlung Brougham's in den *Philosoph. Transact. for* 1796, *Part.* 1, und nicht dessen zweite Abhandlung in den *Philos. Transact. for* 1797, *Part.* 2. Diese zweite Abhandlung veranlasste ihn zu mehrern Versuchen über die verschiedene Reflexibilität des farbigen Lichts, welche mit den dahin gehörigen Bemerkungen aus gegenwärtigem Aufsatze, zu einem Ganzen verschmolzen, im *Journal de Physique*, t 6., p. 273 — 293, abgedruckt sind. Sie trage ich in dem *Anhange* zu diesem Aufsatze nach. *d. H.*

-lischer Physiker, Brougham, der die Gesetze dieser Reflexibilität zum Gegenstande seiner Untersuchungen machte, auf seine Versuche Folgerungen gegründet, die den Resultaten, welche Newton aus den seinigen zog, widersprechen.

Newton *) glaubte *erstens* aus seinen Versuchen schliessen zu müssen, dass nicht alles Licht gleich reflexibel ist, sondern das die brechbarsten Strahlen auch stärker reflexibel als die andern sind, so dass, wenn unter einem gewissen bestimmten Winkel ein weisser Lichtstrahl auf eine Glasebene fällt, der violette Strahl allein zurückgeworfen werde, indess die sechs andern farbigen Strahlen noch durch das Glas hindurchgehn, bloss Brechung erleiden, und erst zurückgeworfen werden, wenn der Einfallswinkel des Strahls vergrössert wird. Brougham **) findet diese Versuche nicht ganz überzeugend, und stellt, auf einen andern Versuch sich stützend, die entgegengesetzte Behauptung auf, dass nämlich alle Lichtstrahlen bey gleichem Einfallswinkel auch eine gleiche Fähigkeit haben, zurückgeworfen zu werden.

Nach Newton ist *zweitens* für alle zurückgeworfene Strahlen der Unterschied der Einfallswinkel dem der Abprallungswinkel gleich. Nach Brougham hingegen ist dies lediglich für die Strahlen zwischen blau und grün der Fall; bei allen andern

*) *Optica*, lib. I., pars 1, prop. 3.

**) *Philos. Transact. for* 1796, pag. 272.

farbigen Strahlen ſind der Einfalls- und Abprallungswinkel ungleich, und zwar ſo, daſs die brechbarſten Strahlen am *wenigſten* reflexibel ſind, alſo für den rothen Strahl der Abprallungswinkel kleiner, für den violetten dagegen gröſser als der Einfallswinkel wird.

Dieſe beiden widerſprechenden Meinungen verdienen eine genauere Unterſuchung, da es wichtig iſt, zu wiſſen, auf weſſen Seite hier die Wahrheit ſteht, und welcher von beiden Phyſikern die Natur am ſorgfältigſten befragt, und ihre Antworten am beſten ausgelegt hat. Dieſes will ich verſuchen hier zu entſcheiden. Die Abhandlung Brougham's enthält auſserdem noch eine Menge anderer ſehr intereſſanter Beobachtungen, und entwickelt beſonders die Phänomene der Beugung des Lichts mit groſser Sorgfalt, daher ſeine Meinung, die mit ſo vielen neuen und wichtigen Verſuchen untermiſcht iſt, ſich nicht ſo geradezu von der Hand weiſen läſst, und eine ſorgfältige Prüfung verdient.

Erſte Frage. Findet zwiſchen den farbigen Strahlen eine verſchiedene Reflexibilität nach Newtons Sinne ſtatt.

Newton lieſs einen weiſsen Lichtſtrahl ſenkrecht auf die vordere Fläche eines Prisma fallen, um zu beobachten, wie dieſer Strahl von der hintern Fläche werde zurückgeworfen werden. Als er das Prisma etwas drehte, wurde zuerſt der violette Strahl, dann die andern nach ihrer Brechbarkeit, und zuletzt der rothe Strahl zurückgeworfen; wor-

aus Newton schliefst, dafs der violette Strahl unter einem kleinern Einfallswinkel als der rothe zurückgeworfen werde. (Experim. 9.)

Hiergegen bemerkt nun zwar Brougham mit Recht, dafs, da das Prisma aus seiner ersten Lage gedreht werden mufste, um die Zurückwerfung zu bewirken, der Strahl nicht mehr ungebrochen durch die Vorderfläche durchgehn konnte, dafs mithin die farbigen Strahlen nicht unter gleichen Winkeln auf die Hinterfläche auffielen. Nach Newton's ausdrücklicher Angabe war aber das Prisma, (Fig. 1, Taf. IV,) hierbei nach der Richtung *ABC* gedreht worden, so dafs das Einfallsloch *PO* vom einfallenden Strahle abwärts nach *A* zu fiel. Da nun die violetten Strahlen *PV*, als die brechbarsten, am nächsten nach dem verlängerten Einfallslothe zu gebrochen werden; so mufste in diesem Falle der Winkel *PVC* gröfser als *PRC*, mithin *PVS* kleiner als *PVR* seyn, und der violette Strahl unter einem *kleinern* Einfallswinkel als der rothe auf die Hinterfläche des Prisma auffallen, d. h. unter den ungünstigsten Umständen für die Zurückwerfung. Und doch wurde der violette Strahl eher als der rothe zurückgeworfen; er war daher gewifs mehr reflexibel als der rothe.

Dagegen bleibt indefs noch eine Schwierigkeit. Newton beschreibt den Querschnitt seines Prisma als ein gleichseitiges rechtwinkliches Dreieck, (*Optic. Exper.* 9, lib. 1, p. 1.), daher der Einfallswinkel des Strahls *FD* auf die Hinterfläche *BC* ungefähr 45° betragen hätte. Nun aber wird schon bei

einem Einfallswinkel von 40° 11′ der ganze Strahl reflectirt; follte folglich ein Theil deſſelben durch die hintere Glasfläche noch durchgehn, ſo hätte das Prisma ſo gedreht werden müſſen, daſs der Einfallswinkel auf die Hinterfläche vermindert worden wäre, und dieſes kann nur dann geſchehn, wenn man das Prisma nach der entgegengeſetzten Richtung *BAC* dreht. Dann fiele aber das Einfallsloth *OP* auf die entgegengeſetzte Seite des einfallenden Strahls als in Fig. 1, und eben ſo der violette Strahl auf die andre Seite des rothen, da denn ſein Einfallswinkel der gröſsere wäre, und es mithin keinen Beweis einer gröſsern Reflexibilität abgeben könnte, wenn er früher als der rothe zurückgeworfen würde. Allein dieſe Schwierigkeit, die bloſs aus dem flüchtigen Vortrage an der erwähnten Stelle entſpringt, fällt fort, wenn man damit die *Lectiones Opticas* *) vergleicht, wo man eine Art von Commentar zu jener Stelle findet, und wo Newton ausdrücklich ſagt, daſs er ſich verſchiedener brechender Winkel bedient habe, und daſs man um die erwähnte Wirkung zu erhalten, Prismen mit einem Brechungswinkel von nicht mehr als 40° nehmen müſſe. Geht ein weiſser Lichtſtrahl ſenkrecht durch die Vorderfläche eines ſolchen ſchicklich gewählten Prisma, ſo wird ein Theil ſeines farbigen Lichts, und zwar das ſtärker brechbare, reflectirt, indeſs das minder brechbare noch durch die Glasfläche

*) *Newtoni Opuscula*, Lauſannae 1744, Tom. 2, p. 217 — 223.

durchgeht, woraus offenbar erhellt, daſs die violetten Strahlen reflexibler als die übrigen ſind, dieſen Ausdruck in Newton's Sinne genommen.

Brougham führt noch als einen Beweis der entgegengeſetzten Meinung folgenden Verſuch an: „Ich hielt ein Prisma ſenkrecht, und fing das Farbenbild deſſelben mittelſt eines zweyten Prisma ſo auf, daſs es von deſſen Hinterfläche zurückgeworfen wurde, da dann alle Strahlen unter gleichen Winkeln einfielen. Als ich darauf das ſenkrechte Prisma um ſeine Achſe drehte, ſo wurden ſtets alle farbigen Lichtſtrahlen zugleich durchgelaſſen oder zurückgeworfen." Zu geſchweigen, daſs Newton gerade das entgegengeſetzte Reſultat bey dieſem Verſuche erhielt, *) ſo konnten die farbigen, durch das ſenkrechte Prisma gebrochnen Strahlen, doch nicht alle, weder anfangs, noch beim Drehen des Prisma, unter gleichen Winkeln auf das zweite Prisma auffallen; die Einfallswinkel konnten alſo leichtlich ſo ausfallen, daſs, Newton's Behauptung ungeachtet, dieſer Erfolg eintreten mochte; wiewohl Brougham ſelbſt auf dieſen Verſuch nicht weiter beſteht, ihn auch nicht wiederholt zu haben ſcheint.

Es ſcheint mir folglich, daſs man noch immer mit Newton berechtigt iſt, zu behaupten, daſs die brechbarſten Strahlen auch am meiſten re-

*) „Radii purpuriformes primo omnium reflectuntur, et ultimo rubriformes." *Lect. Opt., Opusc.*, T. 2, pag. 220.

flexibel sind, diesen Ausdruck nach seinem Sprachgebrauche genommen.

Zweite Frage. Findet zwischen den farbigen Strahlen eine verschiedne Reflexibilität nach Brougham's Sinne statt?

Ein weisser Lichtstrahl, den Brougham auf den Umfang eines sehr dünnen und polirten Cylinders, (einer Metallsaite,) fallen liess, gab zurückgeworfen ein Farbenbild; und da in diesem alles gemessen und den Umständen gemäss berechnet wurde, schien es, als würden die bläulichen und grünlichen Strahlen allein unter einem, ihrem Einfallswinkel gleichen Ausfallswinkel zurückgeworfen; die rothen hingegen unter einem kleinern, und die violetten unter einem grössern Abprallungswinkel reflectirt.

Dieses ist der Fundamental-Versuch für Brougham's Behauptung, dass die Ausfallswinkel der rothen Strahlen kleiner, der violetten grösser als der Einfallswinkel, und das farbige Licht in so fern von verschiedner Reflexibilität sey. Es kömmt also darauf an, ob der Versuch für diese Meinung beweisend ist.

Da die Kraft, worauf die Zurückwerfung der Lichtstrahlen beruht, sie sey welche sie wolle, nach Perpendikeln auf der zurückwerfenden Fläche wirkt, und in der ganzen Sphäre ihrer Wirksamkeit bei gleichen Entfernungen des Lichtes gleich stark ist, (Sätze Newton's, die Brougham annimmt;) so muss für eine zurückwerfende *Ebene* das katoptrische Grundgesetz, welches bis jetzt alle Optiker

angenommen haben, in aller Strenge ſtatt finden, wie auch die Intenſität der repulſiven Kraft und die Geſchwindigkeit und Neigung des einfallenden Strahls beſchaffen ſeyn mögen, vorausgeſetzt, daſs der Strahl nicht mit der Ebene parallel läuft, ſondern wirklich gegen ſie geneigt iſt. Dann kann aber weiſses Licht, das ganz zurückgeworfen wird, dabei nicht in farbige Strahlen zerſetzt werden, welches vollkommen mit Brougham's Verſuchen übereinſtimmt, dem dieſe Zerſetzung mittelſt Ebenen oder krummer Flächen, die nicht einen auſserordentlich geringen, ſo zu ſagen, verſchwindenden Halbmeſſer hatten, (wo folglich ein Element der Curve für ein Lichtpartikelchen ſo gut als eben war,) auf keine Art glückte.

Es ſey *HHH* Fig. 2 ein ſehr dünner polirter Cylinder, (die Metallſaite,); *BRVK* die Sphäre der Wirkſamkeit deſſelben auf das Licht, und *AB* ein weiſser Strahl, der auf ſie im Puncte *B* einfällt. Dabei wollen wir annehmen, was auch Brougham thut, das farbige Licht werde in verſchiedener Stärke zurückgeſtoſsen, und zwar das rothe ſtärker als das violette; ſo daſs der violette Strahl tiefer in die repulſive Sphäre eindringt. Nun aber folgt aus dem Newtonſchen Geſetze für dieſe Zurückwerfung, daſs die Bahn des gleichartigen Lichts in dieſer Sphäre eine krumme Linie mit zwei ſich deckenden Aeſten ſeyn muſs, deren Achſe durch den Mittelpunkt *C* der Sphäre, oder des Querſchnitts des Cylinders geht; und iſt dieſes der Fall, ſo muſs der Winkel, unter dem der Strahl aus dieſer Wirkungsſphäre aus-

tritt, dem Eintrittswinkel desselben in ihr gleich seyn. Ist daher *BOR* der Weg des rothen, *BQV* der Weg des violetten Strahls durch die repulsive Sphäre; so sind die drei Winkel *FVL*, *ERG*, *ABD* gleich. Dem Beobachter erscheint aber der Kreis *BRV* nur als ein Punkt: und übersieht er deshalb die Sphäre der Wirksamkeit, und beachtet bloss den Winkel, den die ausfahrenden rothen Strahlen *RG* und violetten *VL* mit dem einfallenden weissen Strahle *AB* machen; so wird er verführt werden, zu glauben, dass für denselben Einfallswinkel die Abprallungswinkel der farbigen Strahlen ungleich sind, wie dieses mit Brougham der Fall war, und dabei ist es am natürlichsten, anzunehmen, dass für die mittlern, d. h. für die grünlichen oder bläulichen Strahlen, der Abprallungswinkel dem Einfallswinkel gleich sey; eine Behauptung Brougham's, die keinesweges Erfahrung, sondern bloss Muthmassung ist. Denn es lässt sich kein Mittel erdenken, wie man bei diesen Versuchen den Einfallswinkel unmittelbar und einzeln messen könnte.

Da nun, wenn man mit Brougham annimmt, dass der rothe Strahl stärker als der violette zurückgestossen werde, der Fundamental-Versuch dieses Physikers aus dem bekannten Reflexionsgesetze, für ebne Oberflächen sich genugthuend erklären lässt; so ist es nicht nöthig, von diesem Gesetze abzugehn. Und hieraus schliesse ich, *dass die farbigen Strahlen nicht ungleich reflexibel*, *in* Brougham's

Sinne, ſind, und daſs Newton's Reflexionsgeſetz das wahre Geſetz der Natur ſey." *)

Eine Bemerkung. Aus den bisherigen Auseinanderſetzungen folgt, daſs die violetten Strahlen *eher,* (Newton's Verſuch), die rothen dagegen *ſtärker,* (Brougham's Verſuch) zurückgeworfen werden. Beides würde vielleicht nicht unvereinbar ſeyn, ſelbſt wenn es unter denſelben Umſtänden ſtatt fände; denn es lieſse ſich z. B. denken, daſs die Sphäre der Wirkſamkeit ſich für die violetten Strahlen etwas weiter als für die rothen erſtreckte, für dieſe aber von gröſserer Intenſität wäre. Allein es iſt weſentlich, hierbei zu bemerken, daſs beide Wirkungen unter *ſehr verſchiedenen,* ja ſelbſt unter entgegengeſetzten Umſtänden ſtatt fanden. Und dieſes deutet auf eine wichtige Ausnahme von Newton's Behauptung über die ungleiche Reflexibilität des farbigen Lichts.

Bei den Verſuchen, auf welche Newton dieſe Behauptung gründet, geht die Zurückwerfung

*) So weit ſteht Prevoſt's Aufſatz ſowohl in den *Philoſoph. Transact.*, als im *Journal de Phyſique.* Die folgenden Bemerkungen und Annäherungen finden ſich allein in den *Transactions.* Im *Journ. de Phyſ.* fährt er dagegen hier folgendermaſsen fort: „Ich übergehe mehrere Bemerkungen, die mit dieſer Materie in Verbindung ſtehn, und wende mich ſogleich zu einigen Verſuchen, welche das bisherige Raiſonnement völlig zu beſtätigen ſcheinen." Dieſe Verſuche verſpare ich für den Anhang. *d. H.*

im *dichtern* Mittel vor, *) wird folglich mittelſt einer *Anziehung* bewirkt. Bei Brougham's Fundamental-Verſuch geſchieht dagegen die Zurückwerfung im *dünnern* Mittel, und wird daher durch *Zurückſtoſsung* verurſacht. Man ſieht daher eines Theils, daſs die brechbaren Strahlen, d. h. die, welche das dichtere Mittel beim Durchgehn durch daſſelbe am ſtärkſten anzieht, auch im Falle des Zurückprallens am ſtärkſten von dieſem Mittel angezogen werden; anderntheils, daſs die am wenigſten brechbaren Strahlen, d. h. die, welche das dichtere Mittel beim Durchgehn am wenigſten anzieht, im Falle des Zurückprallens am ſtärkſten abgeſtoſsen, d. h. am wenigſten angezogen werden. Und dieſes ſcheint eine Ausnahme von Newton's Geſetze der ungleichen Reflexibilität zu ſeyn, welches ſich bloſs auf Verſuche gründet, wo die Zurückprallung im dichtern Mittel geſchieht. Ueber den zweiten Fall, nemlich die Zurückwerfung im dünnern Mittel, hat weder Newton noch ein Phyſiker bis auf Brougham Verſuche angeſtellt. Und die Verſuche dieſes Naturforſchers ſcheinen mir, (wenigſtens indirect,) auf ein entgegengeſetztes Geſetz der ungleichen Re-

*) Nemlich im Prisma; ſ. *Optica*, lib. I. p. 1, *Exp.* 9 et 10. Zwar könnte man beim 10ten Verſuche das Gegentheil glauben; allein ich glaube nicht, daſs die beiden Prismen ſich ſo genau auf einander legen lieſsen, daſs nicht Luft genug zwiſchen ihnen geblieben wäre, um die Zurückwerſung an der Vorderfläche zu bewirken. *P.*

flexibilität für diefen Fall zu deuten. In mir wenigftens, erwecken fie einen Hang zu glauben, dafs diefe Reflexibilität der vorigen entgegengefetzt ift, welches überdies fehr natürlich zu vermuthen ift.

Einige Annäherungen.

Erfte Frage. Läfst fich die Beugung des Lichts aus den Gefetzen für die Zurückwerfung des Lichts erklären?

Die Gefetze, welche wir oben für die *Zurückwerfung* aufgeftellt haben, find: dafs 1. die zurückftofsende Kraft nach den Perpendikeln auf der zurückwerfenden Ebene wirkt; und dafs 2. die rothen Strahlen ftärker als die violetten, oder überhaupt die minder brechbaren Strahlen ftärker als die brechbarern zurückgeftofsen werden.

Die Gefetze für die *Beugung* des Lichts, welche Brougham fehr gut beftimmt hat, find, (abgefehen von einigen genauen Maafsen,) folgende: 1. der am meiften inflexible Strahl ift auch am ftärkften deflexibel; 2. der brechbarfte Strahl ift ftets am mindeften flexibel; fo dafs der rothe Strahl in beiden Fällen der Beugung, (Inflexion und Deflexion,) ftärker als der violette gebogen wird.

Was diefes Phänomen allein betrifft, fo ftimmt das Gefetz der *Deflexion* mit denen der Zurückwerfung überein, indem fich hier, wie in der Zurückwerfung, bei den rothen Strahlen die ftärkfte Zurückftofsung äufsert.

Das Gesetz der *Inflexion* stimmt hingegen nicht mit den Gründen überein, welche die Zurückwerfung erklären. Man könnte mit Brougham annehmen, daſs die Strahlen, bei welchen die stärkste Zurückstoſsung statt findet, auch am stärksten angezogen werden; die ungleiche Brechbarkeit der Lichtstrahlen scheint aber gerade auf das Gegentheil zu führen.

Das versetzt uns in eine ähnliche Lage, wie Brougham's Versuch mit einen kleinen Cylinder. Die Körper, welche das Licht beugen, lassen sich mit dem kleinen Cylinder vergleichen; so wie bei diesem, so ist auch bei ihnen der Einfallswinkel des Strahls nicht unmittelbar gegeben, und man hat auch bei ihnen Grund, zu vermuthen, daſs er sowohl dem Deflexions-Winkel als auch dem Inflexions-Winkel gleich ist, nur daſs der Beobachter dieses übersieht. — Uebrigens ist das Phänomen der Inflexion zusammengesetzter, weil die Curve, in welche der Strahl sich bewegt, zwei Wendungspunkte haben muſs. Es lassen sich für diese Gesetze einige Erklärungen auffinden, die dem ersten Anscheine nach gegen anerkannte Grundsätze zu verstoſsen scheinen; doch enthalte ich mich aller Versuche dazu.

Zweite Frage. Lassen sich die Gesetze für die Zurückwerfung und die Brechung des Lichts vereinigen?

Ja! So wie die Lichtstrahlen durch die repulsive Sphäre hindurch sind, kommen sie in die attractive;

und obſchon die rothen Strahlen am ſtärkſten zurückgeſtoſsen werden, ſo hindert das nicht, daſs ſich auf die violetten die ſtärkſte Anziehung äuſsern könne. Vielmehr ſcheint eins mit dem andern ſehr natürlich verbunden zu ſeyn, und man hat Grund, bei Strahlen, die ſich ſchwerer zurückſtoſsen laſſen, eine ſtärkere Anziehung zu erwarten. Dieſe zeigt ſich auch in der That bei der Brechung der Lichtſtrahlen. Denn ſchwerlich iſt irgend etwas in der theoretiſchen Optik beſſer erwieſen, als daſs die Brechung auf einer Anziehung nach den Perpendikeln auf der brechenden Fläche beruht, und daſs die violetten Strahlen deshalb brechbarer ſind, weil ſie von dieſer Fläche ſtärker als die andern angezogen werden. Und damit ſtimmt die Erſcheinung beim Zurückwerfen im dichtern Mittel völlig überein.

Dritte Frage. *Laſſen ſich die Geſetze der Beugung aus denen der Brechung des Lichts ableiten?*

Nein. Denn immer bleibt das Geſetz der Inflexion aus den letztern unerklärbar, da es ſcheint, als würden die rothen Strahlen bei der Inflexion am ſtärkſten, bei der Brechung am wenigſten von der wirkenden Fläche angezogen. In ſo fern ſtehn alſo die Erſcheinungen bei der Beugung des Lichts für uns noch iſolirt da.

Vierte Frage. *Iſt es nicht einerlei Kraft, die nur nach Verſchiedenheit der Umſtände ſich ver-*

schieden äufsert, durch welche das Licht zurückgeworfen, gebrochen und gebeugt wird?

So frug fchon Newton zu Anfang diefes Jahrhunderts, und noch jetzt, am Ende deffelben, bleibt, wie mich dünkt, diefe Frage unbeantwortet. Zwar bejaht fie Brougham beftimmt, am Schluffe feiner Abhandlung, wo er die Refultate feiner Unterfuchungen zufammenftellt, und das ift auch das wahrfcheinlichere; aber bewiefen ift es auch durch ihn noch nicht.

Die einzige neue und unftreitig wichtige Aehnlichkeit, welche Brougham unter diefen drei Klaffen von Phänomenen aufgefunden hat, ift das harmonifche Verhältnifs der einzelnen Farben in den Farbenbildern, fie mögen durch Brechung, Zurückwerfung oder Beugung hervorgebracht feyn. Sie beftärkt die an fich fchon fo wahrfcheinliche Meinung, dafs diefe Erfcheinungen aus einerlei Princip fliefsen; aber weiter wage ich daraus nichts zu fchliefsen.

Zwar ftellt Brougham die Behauptung auf: „die Reflexibilität der Lichtftrahlen ftehe im umgekehrten Verhältniffe mit ihrer Brechbarkeit;“ dieses gründet fich aber auf folgende Verfuche: Newton liefs aus der ebenen Oberfläche eines Prisma, unter einem bekannten Einfallswinkel, einen Lichtftrahl ausgehn, beobachtete den Brechungswinkel der rothen und violetten Strahlen, und fand, als der gemeinfchaftliche Einfallswinkel 31° 15′ 0″ betrug, den gebrochnen Winkel des rothen Strahls 53° 4′ 58″ und den des violetten Strahls 54° 5′ 2″,

mithin verhielten ſich die Sinus dieſer Winkel wie 50 : 77 : 78. — Brougham ließs einen weiſsen Strahl auf die convexe Oberfläche einer Metallſaite unter einen unbekannten Einfallswinkel fallen, beobachtete deſſen Zurückwerfung, und ſchloſs daraus, der gemeinſchaftliche Einfallswinkel habe 77° 20′, der Abprallungswinkel der rothen Strahlen 75° 50′ und der der violetten 78° 51′ betragen, woraus für die Sinus dieſer Winkel das Verhältniſs von 77½ : 77 : 78 folgt. In beiden Fällen drücken alſo zwar die Zahlen 77 und 78 Gränzen aus, ſowohl für die Brechung als für die Zurückwerfung; allein daraus läſst ſich keinesweges auf ein umgekehrtes Verhältniſs zwiſchen den Gröſsen, die man in dieſen Phänomen gemeſſen hat, ſchlieſsen. Dazu ſind, ſähe man auch nur bloſs auf die Einfallswinkel, die Umſtände viel zu verſchieden; und da überdies bei gleichem Einfallswinkel die Farbenzerſtreuung von der Beſchaffenheit der brechenden Materie abhängt, ſo läſst ſich vollends kein ſolches beſtimmtes Verhältniſs ohne Rückſicht auf die Verſchiedenheit der Materien denken. Brougham's Behauptung will daher nur ſo viel ſagen: „daſs die farbigen Strahlen, die auf dem durch Brechung erzeugten Farbenbilde den meiſten Raum einnehmen, auf dem Farbenbilde, das durch Zurückwerfung entſteht, den kleinſten Raum einnehmen, und daſs in beiden Farbenbildern ein harmoniſches Verhältniſs ſtatt finde, (*et que l'un et l'autre offre la diviſion harmonique.*) Das deutet zwar auf Aehnlichkeit,

reicht aber nicht hin, daraus auf Einheit des Princips für beide Erſcheinungen zu ſchlieſsen.

Gerade ſo iſt Brougham's Behauptung, „die Beugbarkeit verhalte ſich direct wie die Reflexibilität, und indirect wie die Brechbarkeit der Strahlen," zu verſtehen. Die Umſtände ſind dabei noch viel ungleicher, und deſshalb iſt das harmoniſche Verhältniſs im Farbenbilde ein noch viel ſchwächerer Grund für die Identität des Princips dieſer drei Erſcheinungen. — Und doch kann man nicht läugnen, daſs dieſe ſchwache Analogie zu jener Ueberzeugung leitet, und daſs der Verſtand nicht eher befriedigt ſeyn wird, bis man die Beugung des Lichts mit der Brechung und Zurückwerfung auf ein Princip zurückgeführt haben wird.

Fünfte Frage. Verdient der phyſiſche Grund, den ſchon Newton für dieſe Phänomene angedeutet und Brougham zu Rechnungen benutzt hat, nämlich die Maſſenverſchiedenheit der farbigen Lichtpartikelchen, einiges Zutrauen, da wir über die Kräfte, welche dieſe Erſcheinungen bewirken, beſonders die Repulſivkraft, und über den Mangel an Uebereinſtimmung zwiſchen der Beugung und den übrigen Phänomenen, noch ſo ſehr im Dunkeln ſind?

Iſt man berechtigt, Newton's Theorie vom ſchwerern und leichtern Durchgange des Lichts, Schichtenweiſe, (*des accès de facile et difficile transmiſſion,*) für eine Hypotheſe zu halten? Sie iſt nichts als die verallgemeinerte Ausſage einer

richtig beobachteten Thatsache. Hängen die abwechselnden Transmissionen und Reflexionen lediglich von der Dicke der durchsichtigen Schichten ab, so müssen entweder die Lichtstrahlen, oder die Mittel abwechselnd, in gleichen Zeittheilchen in entgegengesetzten Dispositionen seyn. Wenn man die Versuche mehr abwechselt, so wird es sich zeigen, ob die Dicke der Schichten darauf Einfluss hat. Der Abbé Mazeas hatte zu diesem Ende einige Versuche angestellt, die zwar noch kein entscheidendes Resultat gaben, (*Mém. des Sav., Etr.* 1755,) auf die sich aber vielleicht mit Erfolg fortbauen liesse. Newton scheint auf die Theorie der dünnen durchsichtigen Schichten schon in seinem 27sten Jahre gekommen zu seyn, und hat sie erst 35 Jahr später bekannt gemacht. Denn schon 1669 spielte er darauf in seinen Vorlesungen zu Cambridge an, und die erste Ausgabe seiner Optik erschien im Jahr 1704. So lächerlich es seyn würde, selbst die höchste Autorität Vernunftgründen entgegen zu setzen; so sehr verdient auf der andern Seite eine so überdachte Meinung sorgfältige Prüfung.

Zum Schlusse bemerke ich noch, dass wenn die Erscheinung, welche Brougham im Zurückwerfen der Lichtstrahlen von einem sehr kleinen Cylinder wahrnahm, sich aus den Grundsätzen Newton's ableiten lässt, dieses dem Gebrauche nicht entgegensteht, den Brougham davon zur Erklärung der natürlichen Farben der Körper macht. Seine Erklärungsart widerspricht der Newtonschen

nicht;

nicht, da es gar nicht ausgemacht ist, daſs die Farben der Körper nur auf Eine Art erzeugt werden. Dabei muſs nothwendig jedes Theilchen des Körpers die Strahlen unter vielerlei Winkeln zurückwerfen; ich finde aber nicht, daſs Brougham die Erscheinung an seinem dünnen Cylinder unter verschiedenen Einfallswinkeln bewirkt habe, da er nur von Einfallswinkeln, die ungefähr 77° betrugen, zu sprechen scheint.

ANHANG.

Einige Versuche über die verschiedene Reflexibilität des farbigen Lichts,

von

P. Prevost. *)

Brougham versichert, daſs, als er einen weiſsen Lichtstrahl auf die Oberfläche einer Metallseite unter einem Winkel von 77° 20′ habe einfallen lassen, er gefunden habe, daſs die rothen Strahlen unter einem Winkel von 75° 50′; die violetten unter einem Winkel von 78° 51′ zurückgeworfen wurden, so daſs die Sinus des Einfalls- und dieser beiden Abprallungswinkel zu einander im Verhältnisse von $77\frac{1}{2} : 77 : 78$ standen. **) Wir wollen uns an diese

*) *Journal de Physique*, t. 6, p. 284 — 293. Vergl. oben S. 129, Anm., und S. 138, Anm. *d. H.*

**) Siehe oben S. 144.

Thatsache halten, und daraus einige Folgerungen ziehn.

Die Divergenz der rothen und der violetten zurückgeworfenen Strahlen ist *entweder*, wie *ich* behauptet habe, der Krümmung der zurückwerfenden Sphäre, *oder* der verschiedenen Reflexibilität der farbigen Lichtstrahlen, in Brougham's Sinne, zuzuschreiben. Im erstern Falle findet sie bei keinem ebenen Spiegel Statt, wohl aber im letztern.*)

Ehe ich jedoch zu Versuchen hierüber schritt, machte ich folgende Ueberlegung. Wenn die rothen und violetten Strahlen bei gleichem Einfallswinkel auf denselben Punkt, divergirend zurückgeworfen werden, und die Sinus ihrer Abprallungswinkel, wodurch diese Divergenz bestimmt wird, um $\frac{1}{78}$ des grössern Sinus verschieden sind; so muss, steht das Auge um 10000 Theile vom Reflexionspunkte ab, und werden die mittlern Strahlen unter einem Winkel von 77° zurückgeworfen, der Sinus der mittlern zurückgeworfenen Strahlen 9750 solcher Theile, und mithin die Divergenz zwischen den rothen und violetten Strahlen, die, nach Brougham, etwas über $\frac{1}{78}$ dieses Sinus betragen

*) Brougham macht in seiner zweiten Abhandlung in der That Anwendungen davon auf ebene Spiegel; diese sind aber gänzlich unzulässig, liegt die beobachtete Divergenz in der Krümmung, nicht in der verschiedenen Reflexibilität der Lichtstrahlen.

Pr.

soll, ungefähr 125 solcher Theile betragen. Sind diese Theile kleiner als Hundertel vom Millimètre, so möchten die farbigen Strahlen allerdings einander zu nahe seyn, um von einander unterschieden zu werden; sind es aber nur Zehntel-Millimètres oder größere Längen, so lassen sie sich gewiss unterscheiden. Denn rothe und violette Strahlen, die über ein Centimètre von einander abstehn, erscheinen so, wie im Farbenspectro eines Prisma von Kronglas, bei einem brechenden Winkel von 63°, das 17 Centimètres, (½ Fuss,) vom Prisma aufgefangen wird. Ein solches Farbenspectrum ist aber sehr wohl wahrnehmbar.

Versuch 1. Ich liess einen Lichtstrahl durch ein kreisförmiges Loch, von 1 Millimètre, (½ Linie,) Durchmesser so auf einen ebenen Glasspiegel fallen, dass der zurückgeworfene Strahl einen Winkel von ungefähr 77° mit der Spiegelfläche machte, und brachte das Auge in diesen zurückgeworfenen Strahl etwas über 3 Mètres, (ungefähr 10 Fuss,) vom Spiegel. Das Bild des Lochs war nicht farbig, und mehrentheils fand nur ein einziges Bild Statt. Zeigten sich mehrere, welches besonders von der Entfernung zwischen dem leuchtenden Punkte und dem Spiegel abhing, so rührten sie offenbar von der vielfachen Reflexion in der vordern und der hintern Glasfläche her, von der ich beim nächsten Versuche mehr sagen werde.

Dieses war zu erwarten. Denn würfen ebene Spiegel die farbigen Strahlen divergent zurück, so

würden, wenn man ſich von ihnen entfernte, die Gegenſtände darin nicht unter ihren natürlichen Farben, ſondern wie durch ein Prisma mit farbigen Rändern erſcheinen. Auch geſteht Brougham in ſeiner erſten Abhandlung, (*Philoſ. Transact. for* 1796,) daſs es ihm nicht gelungen ſey, die farbigen Strahlen mittelſt ebener Spiegelflächen von einander zu trennen. In ſeiner zweiten Abhandlung drückt er ſich indeſs ſo aus, als habe er endlich dieſe Farbenzerſtreuung bewerkſtelligt, ohne doch die Art, wie er ſich dabei genommen, oder Verſuche darüber anzuführen. Dieſes beſtimmte mich, auf Mittel zu ſinnen, die Wirkung einer ungleichen Reflexibilität des farbigen Lichts nach Willkühr vergröſsern, und viel anſchaulicher machen zu können, als durch bloſses Entfernen vom Spiegel, damit aller Zweifel hierüber gehoben würde.

Dieſes läſst ſich ſehr leicht durch wiederholte Zurückwerfung bewerkſtelligen. Denkt man ſich zwei unbegrenzte, einander in paralleler Lage gegen über ſtehende Spiegelebenen, welche den Strahl wiederholt von einer zur andern zurückwerfen; ſo würden Strahlen von verſchiedener Reflexibilität immer weiter von einander zerſtreut werden, ſowohl wegen des längern Weges bis zum Auge, als auch wegen der Veränderung des Auffallswinkels der farbigen Strahlen nach der erſten Reflexion, bei jeder der folgenden Zurückwerfungen. Fällt der weiſse Strahl unter einem Winkel von 77° auf, und es betrüge der Unterſchied der Sinus der Abpral-

lungswinkel $\frac{1}{78}$ des gröſsern; ſo müſsten ſchon nach dreimahliger Reflexion die äuſserſten farbigen Strahlen um mehr als $\frac{1}{13}$tel, oder faſt um $\frac{1}{12}$tel dieſes gröſsern Sinus, (den ſenkrechten Abſtand der beiden parallelen Spiegelflächen zur Einheit angenommen,) von einander entfernt ſeyn.

Verſuch 2. Ich lieſs, wie zuvor, auf einen ebenen Glasſpiegel einen Strahl weiſsen Lichts unter einem Winkel von 77° oder weniger einfallen, und nahm nun, bei gehöriger Lage des Auges, mehrere Bilder wahr, die durch wiederholte Reflexion an der Vorder- und Hinterfläche des Glaſes bewirkt wurden. *) Dieſe Bilder ſtanden in gleichen Ent-

*) Iſt nämlich AA, Fig. 3, Taf. IV, die vordere, BB die hintere belegte Fläche des ebenen Glasſpiegels, L der leuchtende Punkt vor dem Spiegel, LM das Perpendikel durch den leuchtenden Punkt auf die beiden Spiegelebenen, und O das Auge; ſo wird ein Theil des einfallenden Strahls $L\alpha$ ſchon von der vordern Glasfläche zurück ins Auge geworfen: und nimmt man $A1 = LA$, ſo iſt 1 der Ort des Bildes, das man vermöge dieſer Reflexion ſieht. Das meiſte Licht geht indeſs durch die Vorderfläche durch, wird von der hintern in β zurückgeworfen, und zeigt, wenn man $B2 = LB$ nimmt, ein Bild in 2, welches heller als das erſte ſeyn muſs, da die Folie mehr Strahlen als die vordere Fläche zurückwirſt. Ein Verwandter Prevoſt's, der ſehr ſcharf ſah, hielt in jedem Falle dieſes zweite Bild für das helleſte. Von dem in β reflectirten Lichte wird wiederum etwas von der Vorderfläche in γ auf die Hin-

fernungen hinter einander, und nahmen an Lichtstärke allmählig ab. Das zweite schien das lebhafteste zu seyn; dann das erste, (d. h. das, welches zunächst hinter dem Spiegel stand,) und dieses war zugleich gewöhnlich das netteste; das dritte erschien schwächer; noch schwächer das vierte, das fünfte u. s. f. Die drei ersten waren sehr deutlich, obschon von ungleicher Lebhaftigkeit. Keins von allen diesen Bildern hatte farbige Ränder.

Bedeckt man einen Punkt des Spiegels, und es verschwindet bloss das dritte Bild, und einen zweiten Punkt, so dass das erste Bild, (entweder allein oder mit allen andern Bildern,) verschwindet, so geben diese beiden Punkte den Abstand des einfallenden von dem zurückgeworfenen Strahle, der das dritte Bild macht, auf der Oberfläche des Spiegels. In gegenwärtigem Versuche betrug dieser Abstand ungefähr 56 Millimètres, (2 Zoll.) Nun ist sie viermahl so gross als der Sinus des Einfallswinkels, *) und wir haben ge-

terfläche in δ, und von da nach ε zurückgeworfen, wodurch, (mittelst dreifacher Reflexion,) das 3te schwächere Bild entsteht, u. s. f. So erzeugen sich durch wiederholte Reflexionen von beiden Glasflächen viele Bilder, die hinter einander in dem Perpendikel auf der Spiegelfläche, und in gleichen Entfernungen von einander stehn. *d. H.*

*) Nämlich der Abstand der Vorder- und Hinterfläche des Glases als Lineareinheit angenommen. Denn ist $\beta\zeta$ das Einfallsloth auf der hintern Fläche,

ın, dafs nach dreimahliger Reflexion zwifchen
vei parallelen Spiegelebenen der vorgebliche Ab-
ınd der äufserften farbigen Strahlen faft $\frac{1}{12}$ diefes
nus betragen müfste. Mithin würde diefer Ab-
and auf $\frac{56}{48}$ Millimètres, alfo auf etwas mehr als 1
lillimètre oder $\frac{1}{2}$ Linie fteigen, hätte alfo in diefem
erfuche, wenn gleich fehr wenig, doch bemerk-
ar werden müffen. Diefes war aber keinesweges
er Fall, und es zeigten fich, wie fchon erwähnt
orden, keine Farben.

Die Brechung, welche der Strahl beim Eintritte
ı die Spiegelfläche leidet, wird durch die Brechung
eim Austritte aus derfelben völlig compenfirt, fo
afs die farbigen Strahlen insgefammt parallel aus-
ahren, daher fie nicht einzeln, fondern in einan-
er fallend, als weifses Licht ins Auge kommen.
)iefer Umftand kann alfo keine Störung veran-
ıffen.

Bringt man, ftatt eines kleinen Loches, die Flam-
ıe eines Lichts vor den Spiegel, fo zeigen fich, we-
igftens in manchen Spiegeln, 7 bis 8 Bilder. Im
chten Bilde find die Lichtftrahlen 15mahl zurück-
eworfen worden, und doch zeigt fich daran kein
ıand prismatifcher Farben. Nur fchienen mir diefe

mithin $\alpha\beta\zeta$ der Einfallswinkel, fo ift $\alpha\gamma$ zwei-
mahl und $\alpha\epsilon$ viermahl fo grofs, als der Sinus
des Einfallswinkels, $\alpha\beta$ (d. i. ungefähr die Dicke
des Spiegels,) für die Lineareinheit angenommen.

d. H.

letztern sehr schwachen Bilder gewöhnlich etwas wenig ins Blaue zu fallen, worüber ich nachher noch einiges sagen will.

Versuch 3. Ich setzte auf zwei parallele Ebenen drei ebene Glasspiegel, so dass ein Strahl, der auf den ersten unter einem Winkel von ungefähr 77° einfiel, zwischen den beiden andern mehrere Mahl von einer Ebene zur andern zurückgeworfen wurde. Der Abstand beider Ebenen von einander, oder der Cosinus des Einfallswinkels, betrug 4 oder 5 Decimètres, folglich der Sinus des Einfallswinkels etwas über 2 Mètres. Es zeigte sich indess kein doppeltes farbiges Bild; und doch hätten, Brougham's Hypothese gemäss, die rothen und violetten Strahlen sich zuletzt bis auf 17 Centimètres, (6 Zoll,) von einander entfernen müssen. Da indess die doppelten Reflexionen der Glasspiegel Undeutlichkeit veranlassten, so glaubte ich den Versuch noch mit metallenen Spiegeln wiederholen zu müssen.

Versuch 4. Mit Metallspiegeln wiederholt, gab der Versuch völlig dieselben Resultate. Die Spiegelflächen waren breite Platten von polirtem Stahle und standen 18 oder 19 Centimètres, (7 Zoll,) weit von einander ab, da denn die farbigen Bilder auf der Oberfläche des letztern um 7 Centimètres, ($2\frac{1}{2}$ Zoll,) hätten von einander entfernt seyn müssen. Und doch erschien kein farbiger Rand.

Versuch 5. Um diesen Versuch noch etwas abzuändern, setzte ich an die Stelle der Lichtflamme ei-

‑n Streifen rothes und einen zweiten Streifen blaues
ıpier. Durch dreimahl reflectirte Strahlen gesehn,
schien der eine genau an derselben Stelle, als nach-
er der andere. Würde das weiſse Licht bei der
eflexion zersetzt, so hätten beide Bilder, wie mit-
elst eines Prisma, sich trennen, und zwar, den vo-
gen Berechnungen gemäſs, $2\frac{1}{2}$ Zoll weit aus ein-
ader stehen müssen, als man den einen Streifen an
ie Stelle des andern brachte.

Diese Versuche beweisen, wie mir däucht, hin-
inglich, daſs in Brougham's Versuche die unglei-
he Reflexion der homogenen farbigen Lichtstrahlen
eineswegs einer vorgeblich verschiedenen Reflexi-
ilität derselben, sondern bloſs der Krümmung der
urückwerfenden Fläche zuzuschreiben sey.

Zum Beschlusse füge ich noch einige *Bemerkungen
ber die vielfachen Reflexionen zwischen den beiden
berflächen eines belegten Glasspiegels* hinzu. Sie
ssen sich sehr wohl am Tage mittelst eines kleinen
ochs wahrnehmen, das in einem Schirme, den
ıan an ein Fenster setzt, angebracht ist. Hält man
ahinter einen Glasspiegel, worin man das Bild des
ochs unter einem hinlänglich groſsen Einfallswin-
el betrachtet, so sieht man es dreifach, unter allen
en Umständen, die ich angegeben habe. Hier noch
inige andere.

Selten, oder nie, sind die beiden Oberflächen
ines Glasspiegels mit einander vollkommen parallel.
Wären sie es, so müſsten alle Bilder, die durch wie-

derholte Zurückwerfung entstehn, in einem Perpendikel auf der Spiegelebene stehn; das habe ich aber nie gefunden. Sind beide Flächen vollkommen eben und nur gegen einander geneigt; so stehn die Bilder in einer Kreislinie, deren Mittelpunkt die Spitze des Neigungswinkels und dessen Halbmesser der Abstand des Objekts von derselben ist.*)

So müssen die Spiegelgläser, je nachdem sie mehr oder weniger regelmäſsig sind, verschiedene Erscheinungen geben. Einige zeigen so z. B. von einer Seite die Bilder in entgegengesetzter Ordnung als von der andern, die meisten indeſs von beiden Seiten in einerlei Ordnung, und zwar in derselben, wie in Vers. 2, und als wenn die beiden Oberflächen parallel wären; ein Zeichen, daſs sie von gleichförmiger Dicke und an beiden Seiten gleichmäſsig gearbeitet sind.

In mehrern Spiegelgläsern ist es mir nicht geglückt, die Reihe von Bildern durch wiederholte Reflexionen wahrzunehmen. Das Glas derselben ist wahrscheinlich zu dünn, um sie ohne besondere Hülfsmittel wahrnehmbar darzustellen. Andere, mit dickem Glase, geben diese Erscheinungen vorzüglich deutlich.

Ich setze, man habe einen Spiegel, dergleichen die meisten zu seyn pflegen, dessen beide Oberflächen sich dem Parallelismus nähern, und worin die

*) Vergl. Gren's *Grundriſs der Naturl.*, §. 686. *d. H.*

Bilder, die durch vielfache Reflexionen zwischen beiden Flächen entstehn, je weiter sie vom Spiegel abliegen, desto schwächer scheinen. Schiebt man vom Auge ab nach den Bildern zu über den Spiegel weg ein Papier, oder dergleichen, so verschwindet zuerst das entfernteste und schwächste Bild, dann das vorletzte, und so fort; zuletzt das erste. Bringt man vor das Lichtloch ein Papier, so dass es dasselbe unmittelbar berührt, so verschwinden alle Bilder zugleich. Schiebt man aber das Papier langsam in einem gewissen Abstande vom Lichtloche davor, oder bewegt das Papier an der Spiegelfläche fort vom Gegenstande nach dem Auge zu, so verschwinden zwar auch alle Bilder so ziemlich zugleich, indem jedes durch das ihm entsprechende Bild des Papiers verdrängt wird: doch trifft es sich manchmahl, dass, wenn man das Papier recht langsam bewegt, das erste Bild, das zunächst hinter der Spiegelfläche steht, bedeckt wird, ohne dass die übrigen Bilder gänzlich verschwänden. Es zeigt sich von jedem derselben ein Theil, wie ausgeschnitten. Diese, dem ersten Anscheine nach sehr sonderbare, Erscheinung erkläre ich mir folgendermaßsen. Der Lichtcylinder, der durch das Loch auf den Spiegel unter einem Einfallswinkel von 77° fällt, durchschneidet ihn in einer Ellipse, deren Länge den Durchmesser des Cylinders beinahe fünfmahl übertrifft. Ueberdies wird das Licht beim Durchgange durch das Loch gebogen, so dass sich der Strahlencylinder in einen sich erweiternden Strah-

lenkegel verwandelt, und dadurch wird die große Achse wenigstens bis auf das 7- oder 8fache des Durchmessers des Lichtlochs verlängert. Die Strahlen an beiden Endpunkten der Achsen fallen deshalb unter einem merkbar verschiedenen Einfallswinkel auf. Die, welche am stärksten geneigt sind, werden beim Durchgange aus Glas in Luft am leichtesten zurückgeworfen, und schon bei der zweiten Reflexion muss dieses Einfluss haben. Das dritte Bild rührt daher hauptsächlich von den Strahlen her, die in dem Theile der Lichtellipse, welcher dem Auge zunächst liegt, auffallen; und sie treffen noch den Spiegel, nachdem die vom Auge entferntern Theile der Ellipse, welche das erste und zweite Bild erzeugten, schon bedeckt sind. Und dasselbe ist mit den übrigen Bildern der Fall.

Hieraus möchte es sich vielleicht erklären, warum die letzten Bilder sich etwas weniges ins Bläuliche ziehn, welches jedoch erst beim fünften und sechsten merklich wird. Sie werden hauptsächlich durch die Strahlen, die am Ende der Ellipse, am schiefsten, auffallen, und erst nach vielen Reflexionen bewirkt. Bei den Reflexionen an der vordern Seite des Glases gehn mehrere von den Strahlen, die leichter durchgehn und schwerer gebrochen werden, d. h. von den rothen, aus dem Glase in die Luft, und die zurückgeworfenen bleiben daher hauptsächlich aus dem leichter reflexibeln Lichte, d. h. dem bläulichen, zusammengesetzt.

Ich übergebe manche Abwechſelungen in dem Phänomene, die mir aus dieſen Gründen ebenfalls erklärbar ſcheinen, und bemerke nur noch, daſs ſich aus den Bildern, die ein Glasſpiegel durch wiederholte Reflexionen erzeugt, die Dicke des Glaſes und die Regelmäſsigkeit des Spiegels beurtheilen laſſen, welches bei Spiegeln zu Sextanten, bei Mikrometern u. d. oft von Wichtigkeit iſt.

III.

VERSUCHE

über die Flüssigkeit des Wassers bei verschiedenen Temperaturen,

vom

Herrn Professor Gerstner
in Prag. *)

Das Wasser ist bisher gewöhnlich für vollkommen flüssig angesehen worden; auf dieser Voraussetzung beruhen alle Sätze der Hydrostatik und Hydraulik. Wenn wir aber bedenken, dass das Wasser seinen flüssigen Zustand nur der Wärme zu verdanken hat, und dass es bei der Abnahme der Wärme zu einem festen Körper, (zu Eis,) wird: so ergiebt sich die wahrscheinliche Vermuthung von selbst, dass *die Flüssigkeit des Wassers bei verschiedenen Wärmegraden verschieden seyn könne*, und dass dieser Umstand, falls er Statt findet, auf die Bewegung des Wassers einen merklichen Einfluss haben müsse. Diese Betrachtungen bewogen mich, im Winter zu Ende des Jahrs 1796 hierüber einige Versuche anzustellen, aus welchen deutlich zu ersehen ist, dass der Widerstand beim Laufe des Wassers in Flüssen und Röh-

*) Aus den neuern Abhandlungen der königl. Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, Band 3, Prag 1798. Physisch-mathem. Theil, S. 141 — 160. q.

renleitungen, den einige Schriftsteller der Rauhigkeit des Flussbettes und einer daraus entstehenden Reibung, andere der Adhäsion des Wassers an die Wände der Röhren u. s. w., beigemessen haben, grösstentheils, im eigentlichen Verstande, *der unvollkommenen Flüssigkeit des Wassers* zuzuschreiben ist.

Zuerst werde ich die gewählte *Geräthschaft* und die *Verfahrungsart*, nachher die *Versuche*, und endlich einige *Folgerungen* daraus anführen, welche der Aufmerksamkeit des Hydraulikers, des Physiologen, und überhaupt jedes Naturforschers nicht unwerth scheinen.

Die *gebrauchte Geräthschaft* war sehr einfach. Ein Gefäss von verzinntem Eisenbleche, ein Schwimmer, mit einem darauf gesteckten Maasstäbchen, einige Glasröhren, eine Wasserwage, ein Thermometer, und eine Sekundenuhr, machten den ganzen Apparat aus, wovon ich nun jeden Theil insbesondere beschreiben werde.

Das *Gefäss* war cylindrisch, 11½ Pariser Zoll hoch und hatte, (in der Wärme meines Zimmers bei 13° Reaum. gemessen,) 4 Zoll 11 Linien im Durchmesser; seine Querschnittsfläche enthielt demnach 19 Quadratzoll. Ungeachtet dieses Gefäss durch seine ganze Höhe keinen vollkommen genauen Cylinder bildete, so war es doch zufällig so gerathen, dass, wenn sich irgendwo der Durchmesser um ⅓ oder höchstens ½ Linie grösser fand, der zugehörige Querdurchmesser in derselben Fläche

wieder um eben so viel kleiner war, so, dass ich in den Querschnittsflächen nirgends einen Unterschied finden konnte, der mehr oder weniger als $\frac{1}{8}$ Quadratzoll betragen hätte.

Dieses cylindrische Gefäss liess ich noch mit einem andern umgeben, welches $5\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser und $11\frac{3}{4}$ Zoll Höhe hatte, so dass zwischen den Wänden beider Cylinder allenthalben, wie auch unten am Boden, $\frac{1}{4}$ Zoll Zwischenraum blieb. Dieser Zwischenraum wurde, bei Versuchen mit höheren Temperaturen, mit heissem Wasser von der verlangten Temperatur angefüllt, um dadurch für den innern Cylinder eine gleichförmigere und beständigere Erwärmung zu erhalten. Nahe am Boden des Cylinders war eine Oeffnung von $4\frac{1}{2}$ Linie im Durchmesser; durch diese Oeffnung ging in horizontaler Richtung eine kurze blecherne Röhre, welche an die Wände des innern und äussern Cylinders angelöthet war. Zugleich wurde dafür gesorgt, dass nichts von dieser Röhre über die inwendige Fläche des Gefässes hervorstand, sondern dass sie mit dem innern Cylinder so viel möglich eben gemacht wurde. Oben war dieses Gefäss mit einem darauf passenden, in der Mitte erhabenen Deckel versehen, der in seiner Mitte eine 9 Linien weite Oeffnung hatte, durch welche der Maassstab des Schwimmers ganz frei, und ohne sich an den Rand der Oeffnung anzulehnen, niederzugehen pflegte.

Der *Schwimmer* bestand aus einem hölzernen Kreuze, dessen beide Arme jeder $9\frac{1}{2}$ Linie breit,

2

2 Linien dick und 4 Zoll 8 Linien lang waren, und das ein rundes, etwa $1\frac{1}{2}$ Linie dickes, ſenkrecht darauf geſtecktes Stäbchen trug, welches mit aller Sorgfalt in Zolle und Zehntelzolle eingetheilt war. Man ſetzte den Schwimmer ſammt dem Stäbchen einige Stunden lang auf warmes Waſſer, bis er ſich vollkommen angetrunken hatte, und richtete dann die Abtheilungen des Maaſsſtäbchens ſo ein, daſs jeder Theilungspunkt bei der Oberfläche des Deckels genau die Höhe des Waſſerſtandes über der Mitte der Ausfluſsöffnung anzeigte. Eben ſo wurde auch dieſer Schwimmer vor dem Anfange eines jeden Verſuchs einige Stunden lang auf Waſſer geſetzt, damit er ſich jedesmahl vorher vollkommen antrinken, und bei den Verſuchen ſelbſt keine Unrichtigkeiten mehr veranlaſſen ſollte. Ueberdies wurde der Stand des Stäbchens während der Verſuche noch mehrmahls geprüft, und jeder Verſuch, worin ſich eine Unrichtigkeit vermuthen lieſs, verworfen.

Die *Glasröhren* wurden aus einem ſehr groſsen Vorrathe 6 bis 7 Fuſs langer Barometer-Röhren ausgewählt. Man nahm hierbei vorzüglich auf gleiches reines Glas, ohne Knöpfe, und auf einen gleichförmigen Durchmeſſer Rückſicht. Die ausgewählten Röhren wurden nachher noch einer ſorgfältigern Prüfung unterworfen, indem man ſie, ſo wie gewöhnlich die Thermometer-Röhren, mittelſt einer hineingelaſſenen 4 bis 5 Zoll langen Queckſilberſäule, Zoll für Zoll prüfte. Nur diejenigen

Stücke dieser Röhren, in welchen die Quecksilbersäule sich nicht über $\frac{1}{80}$ ihrer Länge änderte, wurden für tauglich angenommen. Das übrige wurde beiderseits abgebrochen, und das Ende der Röhren bis auf die erforderliche Länge abgeschliffen. Endlich wurde die erwähnte Quecksilbersäule auf einer Probirwage genau abgewogen. Dieses Gewicht diente, nebst der Länge, welche die Quecksilbersäule in der Röhre einnahm, den Durchmesser derselben weit genauer zu berechnen, als es durch irgend eine andere mikroskopische Messung möglich gewesen seyn würde. Die hierbei nöthige eigenthümliche Schwere des Quecksilbers wurde mittelst eines eigenen Versuchs bestimmt, und gleich 13,70 gefunden.

Um den Einfluss, den die Verschiedenheit des Durchmessers der Röhren auf die Bewegung des Wassers hervorbringt, von dem Einflusse, den die Längen der Röhren haben, abzusondern, liess ich Röhren von verschiedenem Durchmesser genau einerlei Länge geben, und dann diese Länge, bei möglichst ungeändertem Durchmesser, abändern. Die Durchmesser selbst wurden fast von eben der Grösse als in den Versuchen des Oberst-Lieutenants du Buat genommen, damit man beide Versuchsreihen um so zuverlässiger mit einander vergleichen, daraus die Wärme, bei welcher du Buats Versuche angestellt sind, bestimmen, und danach für den Gebrauch seiner empirischen Rechnungsformel eine bestimmtere Richtschnur erhalten möchte.

Das eine Ende jeder Glasröhre wurde mit einem hölzernen zapfenförmigen Anſatze bekleidet, um ſie damit ſicherer und bequemer an das cylindriſche Gefäſs anſtecken, und nach geendigtem Verſuche wieder wegnehmen zu können. Die durchbohrte Oeffnung dieſer zapfenförmigen Anſätze war genau ſo groſs, als es die Stärke jeder Glasröhre erforderte, und der äuſsere Umfang derſelben paſste genau in die S. 162 erwähnte blecherne Röhre des cylindriſchen Gefäſses. Zugleich wurde dafür geſorgt, daſs das Ende dieſer Zapfen ſammt dem Ende der durchgeſteckten Glasröhre mit der innern Fläche des Gefäſses eine vollkommene Ebene bildete. Die Nothwendigkeit dieſer Vorſicht erhellet aus den Verſuchen des Chevalier Borda, *Mém. de l'Acad. de Paris*, *An.* 1766.

Die *Waſſerwage* diente, ſowohl den Tiſch, worauf das Gefäſs ſtand, als auch die Röhren vollkommen horizontal zu ſtellen. Röhren, deren Glas ein wenig gebogen war, wurden ſo gelegt, daſs die Fläche ihrer Biegung horizontal zu liegen kam, damit nämlich die Bewegung des Waſſers durch die Röhren, ſo viel möglich, weder ſteigen noch fallen, ſondern in einer horizontalen Ebene fortgehen möchte.

Das *Thermometer* war von Hrn. Abbé Gruber mit vieler Genauigkeit verfertigt. Die Kugel hatte nur 3 Linien im Durchmeſſer, und der Zwiſchenraum zwiſchen dem Gefrierpunkte und Siedepunkte, der in 80 gleiche Theile getheilt war, eine Län-

ge von 11 Zollen. Man konnte daher Zehntheile eines Grades sehr leicht unterscheiden.

Die *Verfahrungsart* war nun folgende. Nachdem das Gefäss und die angesteckte Röhre in die erforderliche horizontale Stellung gebracht, und die Ausflussöffnung der letztern gehörig verschlossen war, wurde in das Gefäss heisses Wasser gegossen, und der Schwimmer mit dem Maassstabe darauf gesetzt. Man wartete nun die Zeit ab, bis durch allmählige Abkühlung die Temperatur des Wassers dem bestimmten Thermometer-Grade nahe kam. Geschah dieses, so wurde das Gefäss mit seinem Deckel verschlossen, die Ausflussöffnung der Röhre geöffnet, und das Auge mit dem Rande der Oeffnung des Deckels in horizontaler Lage gehalten; und in dieser Stellung wurden die Zeitsekunden bemerkt, bei welchen die Abtheilungen des Maassstabes unter die Ebene der Oeffnung hinabsanken.

Diese Verfahrungsart gewährte den doppelten Vortheil, *erstens*, dass man jedesmahl eine ganze Reihe Versuche, gewöhnlich von 10,7 bis 0,7 Zoll Wasserhöhe, erhielt, und *zweitens*, dass ein Versuch den andern berichtigte, indem die Zwischenzeiten von einer Abtheilung zur andern dem Gesetze einer sich offenbarenden Reihe folgen mussten. Denn zeigte sich z. B. die Zwischenzeit von einer Abtheilung zur nächstfolgenden um 1 oder höchstens 2 Sekunden zu klein; so musste die zu beobachtende Zwischenzeit für die nächstvorhergehende oder nächstfolgende Abtheilung um eben so viel zu

grofs feyn. Die Bedenklichkeit, dafs die Oberflä-
che des Waffers im Gefäfse eine kleine hinabfinken-
de Bewegung habe, und deswegen mit einem ruhi-
gen Wafferftande keine vollkommene Vergleichung
zulaffe, fällt weg, wenn wir bedenken, dafs diefe
Bewegung des Waffers im Gefäfse bei der gröfsten
angefteckten Röhre über 500-, und bei der kleinften
über 5000mahl kleiner ift, als die Bewegung des
Waffers durch die Glasröhre. Wenn wir noch über-
dies bedenken, dafs bei diefen Verfuchen felbft die
Gefchwindigkeit des Waffers durch die Röhren nicht
sehr erheblich war, fo erhellet von felbft, dafs die
Oberfläche des Waffers im Gefäfse weit ruhiger feyn
mufste, als wenn man, auf was immer für eine Art,
von oben in das Gefäfs hätte Waffer zugiefsen wol-
len, um dadurch eine beftändige Wafferhöhe zu
erhalten.

Der Schwierigkeit, dem Waffer eine beftimmte
Wärme zu geben, und fie eine fo lange Zeit hin-
durch, als das volle Gefäfs zu feiner Ausleerung,
befonders bei engen Röhren, nöthig hatte, zu
erhalten, wurde dadurch abgeholfen, dafs man
für jede Temperatur zwei Reihen Verfuche machte,
die erfte bei einem um 1 oder 2 Grade höhern, und
die zweite bei einem gleichen oder eben fo viel nie-
drigern Thermometer-Grade; woraus fich nachher
die Zeit-Momente für den dazwifchen liegenden
beftimmten Thermometer-Grad fehr zuverläffig be-
rechnen liefsen. Es verfteht fich übrigens von felbft,
dafs die Verfuche für einen höhern Thermometer-

Grad in einem warmen Zimmer, und für e
niedrigern in einem eben so kalten Zimmer gen
wurden, so dass sich die Temperatur währen
ner Versuchsreihe im erstern Falle nur sehr w
im letztern aber gar nicht änderte. Jedesmahl
de die Wärme des Wassers mit dem Thermon
nicht nur im Gefäße, sondern auch beim Aus
desselben am Ende der Röhre gemessen. De
terschied war jedoch so geringe, dass es unnüt
würde, beide anzuführen; man hat in dieser I
sicht von beiden bloss das Mittel in Rechnun
nommen.

Weil sich die *Bewegung des Wassers* leicht
seiner Geschwindigkeit, nämlich aus dem R
den es während einer Sekunde in den Röhr
rücklegte, als aus der Zeit des Ausflusses,
theilen läſst; so habe ich in folgenden Tabell
Geschwindigkeiten angeführt, welche bei jeder
serstandshöhe erfolgten, und nur am Ende,
zum Ueberflusse, die Zeiten angemerkt, i
chen das Wasser von 10,7 bis auf 5,7 und 0,7
ausgeflossen ist. Die Art, wie diese Geschw
keiten berechnet wurden, wird folgendes B
deutlich machen. Die erste Röhre, welche o
Zoll im Durchmesser, folglich 0,00357 Qu
Zoll zur Oeffnung hatte, gab bei 30° Wärn
gende Beobachtungen.

Höhe des Wafferstandes.	Zeiten des Ausfluffes.	Unterfchiede.
10,7 Zoll	0'0"	
10,6 —	0'33"	33"
10,5 —	1'6"	33"
10,4 —	1'32½"	33½"
10,3 —	2'13"	33½"
10,2 —	2'47"	34"
10,1 —	3'21"	34"
10 —	3'55½"	34½"

Um hieraus die Gefchwindigkeit, welche dem Wafferftande 10,2 zugehört, zu finden, wird die Zeit für den nächft vorhergehenden Wafferftand 10,3, von der Zeit für den nächftfolgenden 10,1, d. i. 2'13" von 3'21" abgezogen; der Unterfchied beträgt 68 Sekunden. Daraus folgt die Gefchwindigkeit des Waffers im Gefäfse $= \frac{0,2}{68}$ Zoll. Wird nun diefe Gefchwindigkeit mit der Querfchnittsfläche des Waffers im Gefäfse, (19 Quadrat-Zoll,) multiplicirt, und mit der Querfchnittsfläche der Röhre, (0,00357 Quadrat-Zoll,) dividirt; fo erhalten wir die Gefchwindigkeit des Waffers durch die Röhre gleich 15,6 Zollen, fo wie fie in der folgenden erften Verfuchsreihe angegeben wird.

Beim Ausfluffe des Waffers aus der Mündung der Röhren verdient noch eine *Erfcheinung* angemerkt zu werden. Gewöhnlich bildet der mit einer grofsen Gefchwindigkeit herausfliefsende Wafferftrahl, wie bekannt, eine Parabel. Diefe verwandelte fich bei abnehmender Gefchwindigkeit in

eine gerade senkrechte Linie, welche an der Mündung mit der horizontalen Länge der Röhre einen rechten Winkel bildete. Nachher bog sich der Wasserstrahl in eine zurückgehende krumme Linie, welche ihre Convexität der Röhre zuwendete. Endlich bei noch kleinern Geschwindigkeiten floss das Wasser horizontal unten an der Röhre zurück, und trennte sich von derselben in Tropfen, die in verschiedenen Entfernungen von der Ausflussöffnung herabfielen. Um das letztere zu verhindern, und das nämliche Wasser zum Gebrauche für mehrere Versuche zu sammeln, wurde rückwärts, (beiläufig 1 Zoll von der Mündung,) ein Faden um die Röhre gebunden, und das Wasser an demselben gesammelt, und in das zum Auffangen bestimmte Gefäss hinabgeleitet. Diese Veränderungen im Ausflussstrahle werden in folgenden Versuchstabellen durch die Buchstaben *s* und *h* angezeigt: nämlich *s* bedeutet den senkrechten Fall des Wasserstrahls in einer geraden Linie, und *h* den Anfang der horizontalen zurückgehenden Bewegung derselben.

Der beträchtliche Einfluss, den die Verschiedenheit der Wärme auf die Bewegung des Wassers verursachte, hatte noch den Wunsch erregt, auch über *den Einfluss, den etwa die verschiedenen Bestandtheile des Wassers hervorbringen*, Versuche anzustellen. Zu dieser Absicht habe ich die Versuche mit den zwei längern Röhren, bei welchen nämlich dieser Einfluss sich am grössten hätte zeigen müssen, sowohl mit *reinem destillirten Wasser*, als auch mit *gemei-*

nem trüben Flusswasser wiederholt. Das letztere wurde jedoch vorher durch ein leinenes Tuch geseihet, um dadurch die gröbern Unreinigkeiten, welche die Röhren vielleicht verstopft, und überhaupt nur Unregelmäfsigkeiten verursacht haben würden, davon abzuscheiden. Dieses filtrirte Wasser blieb aber noch immer nur halb durchsichtig, und setzte nach geendigten Versuchen, bei einer Ruhe von 14 Tagen, einen feinen Schlamm ab, wodurch es etwas heller wurde. Weil aber die angestellten Versuche zeigten, dafs dieser aufgelöste Schlamm nur kleine Aenderungen in der Bewegung des Wassers hervorbrachte, die mit den von der Wärme herrührenden in keinen Vergleich kommen; so schien eine weitere Analyse des gebrauchten Flusswassers zur gegenwärtigen Absicht überflüssig.

Versuch I.

mit einer Röhre von 0,0674 Zoll,

Höhen des Wasserstandes in Zollen.	*Geschwindigkeit des Wassers* bei einer Wärme 30°		20°	
	destillirt. Wasser	trübes Flusswasser	destillirt. Wasser	trübes Flusswasser
10,7	16,2	16,2	13,4 h	13,4 h
10,2	15,6	15,6	12,8	12,8
9,7	14,9	14,9	12,2	12,1
9,2	14,3 s	14,2 s	11,7	11,5
8,7	13,7	13,5 h	11,1	10,9
8,2	13,1	12,8	10,5	10,2
7,7	12,5 h	12,1	9,9	9,6
7,2	11,8	11,4	9,3	9
6,7	11,1	10,7	8,7	8,4
6,2	10,3	10	8	7,8
5,7	9,5	9,2	7,3	7,1
5,2	8,7	8,4	6,7	6,5
4,7	7,8	7,6	6,1	5,8
4,2	6,9	6,8	5,4	5,2
3,7	6	5,9	4,7	4,6
3,2	5,2	5,1	4	4
2,7	4,4	4,3	3,3	3,3
2,2	3,6	3,5	2,7	2,6
1,7	2,7	2,6	2	2
1,2	1,8	1,7	1,4	1,3
0,7	1	0,9	0,7	0,6
von 10,7 bis	*Zeiten des Ausflusses*			
5,7	35′34″	34′40″	44′35″	43′36″
0,7	157′20″	145′50″	207′50″	189′50″

und II.

(⅘ Linien,) Durchmesser und 33 Zoll Länge.

durch die Röhre in pariser Zollen,

von Reaumür. Graden:

10°		4°		nach du Buats Formel berechnet
destillirt. Wasser	trübes Flusswasser	destillirt. Wasser	trübes Flusswasser	
10	10,1	7,8	7,7	8,9
9,6	9,6	7,5	7,4	8,7
9,1	9,1	7,2	7,1	8,4
8,6	8,5	6,9	6,8	8,2
8,2	8	6,5	6,4	7,9
7,7	7,5	6,2	6	7,7
7,2	7	5,8	5,6	7,4
6,8	6,6	5,5	5,3	7,2
6,4	6,1	5,1	4,9	6,9
5,9	5,6	4,7	4,5	6,6
5,4	5,1	4,3	4,1	6,3
5	4,7	4	3,7	6
4,5	4,2	3,6	3,4	5,6
4	3,7	3,2	3	5,2
3,5	3,2	2,8	2,6	4,8
3	2,8	2,4	2,2	4,4
2,5	2,3	2	1,8	4
2	1,8	1,6	1,4	3,6
1,5	1,3	1,2	1	3,1
1	0,9	0,8	0,6	2,5
0,5	0,4	0,4	0,3	1,8

in Minuten und Sekunden.

60′58″	59′25″	76′19″	74′16″	
291′40″	261′20″	381′	327′	

Verſuch III

mit einer Röhre von 0,1333 Zol

Höhen des Waſſerſtandes in Zollen.	*Geſchwindigkeit des Waſſer* bei einer Wärm					
	40°		30°		20°	
	deſtill. Waſſer	trübes Fluſswaſſer	deſtill. Waſſer	trübes Fluſswaſſer	deſtill. Waſſer	trübes Fluſswaſſer
10,7	26,6	26,5	26,1	26,6	26,6	27,7
10,2	26,1	26	25,6	26,2	26,1	27,4
9,7	25,6	25,5	25,1	25,8	25,6	27,1
9,2	25	24,9	24,6	25,3	25,1	26,7
8,7	24,4	24,3	24	24,7	24,6	26,2
8,2	23,7	23,6	23,3	24,1	24,1	25,7
7,7	22,9	23	22,5	23,4	23,6	25,1
7,2	22,1	22,3	21,8	22,7	23,1	24,5
6,7	21,2	21,5	21,2	22	22,6	23,8
6,2	20,3	20,7	20,8	21,3	22	22,9
5,7	19,4	19,8	20,3	20,6	21,3	21,9
5,2	18,5	19	19,7	19,9	20,3	20,7
4,7	17,6	18,1	19	19,1	19,1	19,4
4,2	16,7	17,3	18,2	18,2	17,7	17,8
3,7	15,8	16,5	17,2	17	16,1	16
3,2	14,9	15,7	15,9	15,4	14,4	14
2,7	14	14,8	14,3	13,7	12,5	12
2,2	13	13,8	12,3	12	10,5	10
1,7	11,6	12,6	9,9 s	10,3	8,4 s	8,8 s
1,2	9,3 s	10,6 s	7,4	8,5 s	6,3 h	6
0,7	5,2	7	4,6 h	5,2	4	3,2 h
von 10'7 bis	*Zeiten des Ausfluſſes*					
5,7	4'51''	4'51''	4'54''	4'46''	4'49''	4'29''
0,7	13'26''	12'40''	13'50''	13'20''	14'42''	15'

IV.

inien,) Durchmesser und 33 Zoll Länge.

die Röhre in pariser Zollen,

eaumür. Graden:

	5°	10°		4°		1°	
l. r	trübes Flusswasser	destill. Wasser	trübes Flusswasser	destill. Wasser	trübes Flusswasser	destill. Wasser	nach du Buats Formel.
	29,5	27,1	28,3	25,1	24,7	22,6	23,4
	28	26,8	27,6	24,3	24,1	22,1	22,8
	28,3	26,4	26,8	23,4	23,4	21,5	22,1
	27,7	25,8	26	22,5	22,6	20,8	21,5
	27,1	25,1	25,1	21,5	21,8	20	20,8
	26,4	24,2	24,1	20,5	20,8	19	20,1
	25,4	23,2	23,1	19,5	19,7	18	19,4
	24,6	22,1	22	18,4	18,5	16,9	18,7
	23,4	20,9	20,9	17,3	17,2	15,8	17,9
	22	19,6	19,7	16,1	16	14,7	17,1
	20,4	18,3	18,5	14,9	14,8	13,6	16,3
	18	16,9	17,1	13,7	13,6	12,5	15,5
	17	15,4	15,7	12,5	12,4	11,3	14,6
	15,4	13,9	14,2	11,3	11,2	10,2	13,7
	13,8	12,3	12,7	10	10	9,1 *s*	12,8
	22,2	10,7	11,1	8,8 *s*	8,8 *s*	8	11,8
	10,6	9	9,5 *s*	7,5	7,5	6,9	10,7
s	8,9 *s*	7,3 *s*	7,8	6,1	6,1	5,7	9,5
	7,1	5,6	6,1	4,7 *h*	4,7 *h*	4,4 *h*	8,1
h	5,0 *h*	4	4,2 *h*	3,2	3,2	3	6,5
	2,7	2,3	2,3	1,8	1,7	1,6	4,6

nuten und Sekunden.

''	4'28''	4'50''	4'46''	5'39''	5'41''	6' 9''	
''	16'30''	19'17''	18'44''	23'37''	23'20''	25'20''	

Verſuch V.

mit einer Röhre von 0,07 Zoll, ($\frac{5}{6}$ Linien;) Durchmeſſer und 9,7 Zoll Länge.

Höhen des Waſſerſtandes in Zollen.	*Geſchwindigkeit des reinen deſtillirt. Waſſers durch die Röhre in pariſ. Zollen,* bei einer Wärme von Reaum. Graden: 30°	20°	10°	4°	nach du Buats Formel.
10,7	38,4	36	31	28,4	21
10,2	37,8	35,5	30,4	27,8	20,4
9,7	37,2	34,8	29,7	27,1	19,8
9,2	36,5	34	28,8	26,2	19,2
8,7	35,6	33	27,8	25	18,5
8,2	34,5	31,8	26,5	23,7	17,9
7,7	33,2	30,4	25,1	22,3	17,2
7,2	31,8	28,9	23,7	20,9	16,6
6,7	30,4	27,4	22,2	19,5	15,9
6,2	29	25,9	20,7	18,2	15,2
5,7	27,5	24,4	19,2	16,9	14,5
5,2	25,8	22,8	17,8	15,7	13,8
4,7	24	21,2	16,4	14,5 *s*	13,1
4,2	22,1	19,5	15 *s*	13,2	12,3
3,7	20,2	17,7	13,5	11,8 *h*	11,5
3,2	18,2	15,8	12 *h*	10,4	10,6
2,7	16,1	13,8 *s*	10,4	8,9	9,6
2,2	14 *s*	11,6 *h*	8,7	7,4	8,5
1,7	11,7	9,2	6,8	5,8	7,3
1,2	9	6,6	4,8	4,1	5
0,7	5,4	3,7	2,8	2,4	4,4
0,5	3,5	2,9	2	1,8	3,6
von 10,7 bis	*Zeiten des Ausfluſſes.*				
5,7	12′12″	13′26″	15′51″	18′3″	
0,7	39′	47′39″	60′31″	70′38″	

Versuch VI.

mit einer Röhre von 0,119 Zoll, (1 3/7 Linien,) Durchmesser und 9,7 Zoll Länge.

Höhen des Wasserstandes in Zollen.	Geschwindigkeit des reinen destillirt. Wassers durch die Röhre in paris. Zollen, bei einer Wärme von Reaum. Graden:					nach du Buats Formel.
	40°	30°	20°	10°	4°	
10,7	48,7	47,3	46,3	45,4	44	36,5
10,2	47,5	46,2	45,2	44,5	43,4	35,5
9,7	46,3	45	44,1	43,6	42,6	34,5
9,2	45	43,8	42,9	42,5	41,7	33,5
8,7	43,5	42,5	41,7	41,3	40,6	32,5
8,2	42	41,1	40,4	40	39,4	31,5
7,7	40,3	39,6	39	38,5	38	36,4
7,2	38,6	38,1	37,5	37	36,5	29,4
6,7	36,8	36,5	36	35,4	34,9	28,3
6,2	35,1	35	34,4	33,7	33,1	27,2
5,7	33,5	33,4	32,8	32	31,2	26,1
5,2	32	31,8	31,2	30,2	29,2	24,9
4,7	30,5	30,2	29,5	28,4	27,1	23,6
4,2	28,9	28,5	27,8	26,5	24,9	22,2
3,7	27,2	26,8	26	24,5	22,7 s	20,7
3,2	25,3	24,9	24,1	22,5 s	20,4	19,1
2,7	23,2 s	22,8 s	22 s	20,4	18,1	17,3
2,2	20,9	20,4	19,7	18	15,7	15,3
1,7	18,4	17,5	16,8	15,1	13,2 h	13,2
1,2	14,4 h	13,8 h	13,2 h	11,8 h	10,4	10,8
0,7	9,4	8,9	8,5	8,1	7	8,1
0,5	7,2	7	6,7	6,1	5,4	7,3
von 10,7 bis	*Zeiten des Ausflusses.*					
5,7	3′28″	3′31″	3′34″	3′37″	3′42″	
0,7	9′51″	10′12″	10′31″	11′	11′57″	

Versuch VII.

mit einer Röhre von 0,136 Zoll, (1⅔ Linien,) Durch-messer und 7,9 Zoll Länge.

Höhen des Wasserstandes in Zollen.	*Geschwindigkeit des reinen destillirt. Wassers durch die Röhre in paris. Zollen,* bei einer Wärme von Reaum. Graden:					nach du Buats Formel.
	40°	30°	20°	10°	4°	
10,7	54	51,4	49,4	47,6	46	43,5
10,2	52,8	49,9	47,5	45,9	44,8	42,4
9,7	51,3	48,2	45,8	44,4	43,7	41,3
9,2	49,4	46,4	44,3	43,1	42,7	40,2
8,7	47	44,5	42,8	41,9	41,7	39
8,2	44,5	42,7	41,4	40,8	40,6	37,8
7,7	42	40,9	40,1	39,6	39,4	36,6
7,2	39,6	39,1	38,7	38,3	38,1	35,3
6,7	37,5	37,4	37,2	37	36,6	34
6,2	35,7	35,7	35,7	35,6	35,1	32,6
5,7	34,2	34,2	34,1	34	33,5	31,2
5,2	33,1	32,9	32,6	32,3	31,8	29,7
4,7	31,7	31,4	31	30,5	30	28,2
4,2	30,1	29,7	29,2	28,6	28	26,6
3,7	28,2	27,8	27,3	26,7	25,7	24,8
3,2	26	25,8	25,3	24,6	23,2	22,9
2,7	23,7	23,5	23	22,2	20,5	20,8
2,2	21,2	20,9	20,5	19,5	17,6	18,5
1,7	18,5	18	17,6	16,4	14,5	16
1,2	15,6	14,6 s	14,1 s	12,9 s	11,1 s	13,2
0,7	11	10,4	10	8,8	7,2	9,8
0,5	7,8	7,4	7	6,4	5,6	8,4
von 10,7 bis	*Zeiten des Ausflusses.*					
5,7	2'31"	2'36"	2'39"	2'42"	2'44"	
0,7	7'16"	7'26"	7'35"	7'55"	8'22"	

Versuch VIII.

mit einer Röhre von 0,2 Zoll, (2$\frac{2}{5}$ Linien,) Durchmesser und 63 Zoll Länge.

Höhen des Wasserstandes in Zollen.	*Geschwindigkeit des reinen destillirt. Wassers durch die Röhre in parif. Zollen,* bei einer Wärme von Reaum. Graden:					nach du Buats Formel.
	40°	30°	20°	10°	2°,5	
10,7	25,7	25,2	24,7	24,2	23,7	23,9
10,2	25,2	24,7	24,2	23,8	23,4	23,3
9,7	24,7	24,2	23,7	23,3	23	22,7
9,2	24,2	23,7	23,2	22,8	22,5	22,1
8,7	23,7	23,[illegible]	22,6	22,3	22	21,4
8,2	23,1	22,4	22	21,7	21,4	20,7
7,7	22,4	21,7	21,3	21	20,7	19,9
7,2	21,7	21	20,6	20,3	20	19,1
6,7	20,9	20,2	19,8	19,5	19,2	18,3
6,2	20	19,4	19	18,7	18,4	17,5
5,7	19	18,5	18,2	17,8	17,4	16,7
5,2	17,9	17,6	17,3	16,8	16,4	15,8
4,7	16,8	16,6	16,3	15,8	15,2	14,9
4,2	15,8	15,5	15,3	14,8	13,8	13,9
3,7	14,7	14,4	14,3	13,7	12,2	12,9
3,2	13,6	13,2	13,1	12,6	10,6	11,8
2,7	12,4	12	12	11,4	8,9	10,7
2,2	11	10,7	10,6	9,6	7,2 *s*	9,5
1,7	9,5	9,4 *s*	8,7 *s*	7,5 *s*	5,5	8,2
1,2	7,9 *s*	7	6,1	5 *h*	3,8 *h*	6,7
0,7	5,5	4,3 *h*	3,3 *h*	2,5	2,1	5
0,5	3,8	2,8	2	1,6	1,4	4,2
von 10,7 bis	*Zeiten des Ausflusses.*					
5,7	2'14"	2'17"	2'20"	2'22"	2'24"	
0,7	6'23"	6'37"	6'58"	7'39"	8'4[illegible]"	

Folgerungen.

Aus diesen Versuchen ist zu ersehen: 1. dass die Wärme, nicht etwa unbedeutende, sondern *sehr beträchtliche Aenderungen* in der Bewegung des Wassers verursacht. Die unten beigesetzten Zeiten des Ausflusses beweisen dieses auf eine vorzügliche Art. — Da in jeder dieser 8 Versuchsreihen Röhre, Gefäss, Wasser und Höhen des Wasserstandes, folglich alle äussere Ursachen, die auf die Bewegung des Wassers einen Einfluss haben, die nämlichen sind; so folgt offenbar, dass der Widerstand, welchen das fliessende Wasser bildet, nicht allein in äussern Ursachen, sondern auch *in der Flüssigkeit des Wassers selbst* zu suchen sey.

2. Dass die Aenderungen, welche die Wärme in den Geschwindigkeiten des Wassers hervorbringt, beträchtlicher bei Röhren von einem *kleinern*, als bei Röhren von einem grössern *Durchmesser* sind, und dass sie bei *kleinern Geschwindigkeiten* ansehnlicher als bei grössern werden. Das erste ergiebt sich aus der Vergleichung der verschiedenen Versuchsreihen unter einander; das zweite sehen wir in jeder Tabelle in den untersten Versuchen bei kleinen Wasserstandshöhen, wo die Verhältnisse der Geschwindigkeiten von einem Wärmegrade zum andern gewöhnlich grösser sind, als bei grössern Wasserstandshöhen.

3. Der Einfluss der Wärme ist *am grössten in der Nähe des Gefrierpunkts.* Dies sehen wir vorzüglich

us Versuch 3, wo die Abnahme der Geschwindig-
eit des Wassers während einer Abkühlung von 4°
is 1°, also durch 3° des Reaum. Thermometers,
veit grösser ist, als durch 5° und 10° bei höhern
Temperaturen. Auch ist sehr sichtbar, *dass dieser
Einfluss überhaupt nicht in Verhältniss der Wärme
u- und abnehme*, sondern sein Maximum habe, wel-
hes sowohl von der Geschwindigkeit des Wassers,
ls auch von der Grösse des Durchmessers der Röh-
e abhängt. *)

4. Die bekannte Formel des Chevalier du Buat,
*Principes d'Hydraulique vérifiés par un grand nom-
re d'Experiences faites par ordre du Gouvernement*,
Paris 1786, Chap. VII, oder Langsdorf's *Lehr-
uch der Hydraulik*, §. 71 bis 79,) gilt, wenigstens
ei diesen Röhren, für keinen bestimmten Wärme-
rad. Gewöhnlich giebt sie die grössern Geschwin-
igkeiten zu klein, und die kleinen zu gross. —

*) Sollte vielleicht das mindere specifische Gewicht des wärmern Wassers, und die Ungleichheit in der Ausdehnung des Wassers durch Wärme auf die beobachteten Anomalien Einfluss haben, (z. B. in Versuch 3 und 4, wo die Geschwindigkeiten bei 15° Wärme am grössten, und viel beträchtlicher als bei 40° waren;) oder sollten diese Anomalien ein Zeichen seyn, dass der Verschiedenheit in der Flüssigkeit des Wassers hier zu viel zugeschrieben wird, und dass noch andere Ursachen hierbei mit im Spiele sind?, *d. H.*

Diejenigen Verſuche des Herrn Couplet, welche du Buat mit ſeiner empiriſchen Formel nicht übereinſtimmend, und deswegen verdächtig gefunden hat, dürften demnach doch ihre Richtigkeit und den Grund ihrer Anomalien nicht ſo ſehr in fremden Urſachen, als in der Temperatur des Waſſers haben.

5. Die Wärme allein iſt aus dem Grunde, weil ſie die Flüſſigkeit vermehrt, ſchon hinreichend, den *Kreislauf des Bluts und der Säfte* zu beſchleunigen. Der Puls ſchlägt geſchwinder unter den heiſsen Himmelsſtrichen, als unter den kalten. Bei Röhren von ſehr geringem Durchmeſſer, als z. B. diejenigen ſind, wodurch die Arterien mit den Venen communiciren, macht die Wärme noch weit gröſsere Aenderungen, als in unſern Verſuchen vorkommen.

6. Eben ſo ſehen wir, warum die *Vegetation* in warmen Sommertagen beſſer von ſtatten geht, als im Herbſte und Winter. Der zweite Theil der Folgerung 3 zeigt uns zugleich die Urſache, warum für gewiſſe Pflanzen nur ein beſtimmter Wärmegrad am zuträglichſten iſt, und warum ſie ſich nicht nur bei abnehmender, ſondern auch bei zunehmender Wärme ſchlechter befinden.

7. Endlich erklären ſich hieraus viele Erſcheinungen, die bei dem *Laufe des Waſſers in Röhren, Kanälen und Flüſſen* beobachtet werden. In unbedeckten Gerinnen bleibt das Waſſer ſehr auffal-

t zurück, wenn Schnee hineinfällt. Ungeach-
das Wasser noch nicht gefriert, so bildet sich
bei ein Grundeis, welches dem Wasser mehr
ısistenz giebt, und auf eine in die Augen fal-
le mechanische Art die Verzögerung des Was-
sichtbar macht, die wir durch die angeführ-
Versuche bei höheren Temperaturen gefun-
haben.

IV.

BESCHREIBUNG

eines vom Herrn Mechanicus KLINGERT *in Breslau angegebenen und verfertigten Eudiometers.*

Von

J. K. P. GRIMM,

Professor in Breslau.

Da man von der Wichtigkeit und dem Nutzen richtiger eudiometrischer Versuche nunmehr überzeugt ist, so muss auch dem Physiker eine jede am Eudiometer vorgenommene Veränderung, besonders wenn hierdurch der Gebrauch dieses Instruments erleichtert wird, willkommen seyn. In dieser Ueberzeugung will ich hier das Eudiometer beschreiben, dessen ich mich bereits schon seit drei Monaten bediene.

Fig. 4, Taf. IV, stellt das Eudiometer nebst dem Wasserbehälter *a* vor, der aus Blech verfertigt, und an dessen obern Theil ein Glas *b* angeküttet ist. Das eigentliche Eudiometer besteht aus der Glasröhre *c*, welche genau calibrirt und in 100 gleiche Theile eingetheilt ist. Sie endigt sich oben in eine Kugel, welche gerade so viel Luft als die Röhre aufnehmen kann, so dass der körperliche Inhalt dieser Kugel 100 solcher Theile beträgt, in welche die Röhre eingetheilt ist. Ein gläsernes Gefäss *n*, welches bei den Versuchen mit

Waſſer angefüllt, und mit einem Korkſtöpfel verſchloſſen wird, umgiebt die Eudiometer-Kugel. An den untern Theil der Eudiometer-Röhre iſt eine kleine gläſerne Glocke *d* angeküttet, unter der ſich ein Luft-Thermometer *e* befindet, welches ſowohl die Temperatur des Waſſers, mit welchem man das Gefäſs anfüllt, als auch die Zunahme der Temperatur bei der Zerſetzung des Salpetergas und der atmoſphäriſchen Luft anzeigt: denn in der ſenkrecht ſtehenden Röhre des Thermometers befindet ſich eine Queckſilberſäule, deren Steigen und Fallen an der Skale daſelbſt bemerkbar wird. Auſserdem dient noch das Thermometer zur Verſchlieſsung der Eudiometer-Röhre *c*. Die Thermometer-Röhre iſt nämlich mit ihrem obern Theile in eine blecherne Röhre eingeküttet, über der eine gewundene Feder *i* angebracht iſt, welche die Thermometer-Kugel an die Oeffnung der Röhre *c* andrückt. Soll die Eudiometer-Röhre geöffnet werden, ſo drückt man mit dem Finger auf das Metallblättchen *k*. Der Halter des Thermometers *f* iſt an die Faſſung *g* angelöthet, und die Faſſung an die Eudiometer-Röhre *c* angeküttet, und mit einer Hülſe *h* verſehen, welche an den Träger des Eudiometers geſteckt, und mittelſt einer meſſingenen Schraube *o* daran befeſtigt wird. Dieſer Träger *l* iſt in die Hülſe *m* befeſtigt, welche an das blecherne Gefäſs *a* angelöthet iſt. — Vom Luftmaaſse *p* weitläufiger bei der Beſchreibung des Gebrauchs dieſes Eudiometers.

Fig. 5 stellt eine Flasche vor, in welcher das Salpetergas aufbewahrt wird, nebst der ganzen Vorrichtung. *a* ist die Flasche selbst; *b* ein an den Hals der Flasche angekütteter Wasserbehälter von Blech; *c* eine Glasröhre, durch welche das Wasser aus dem blechernen Gefäſse in die Flasche laufen kann; *d* ein gläserner Hahn, welcher genau in die Glasröhre eingerieben seyn; und *e* eine gebogene gläserne Röhre, die in die innere Oeffnung des über den Hahn hervorragenden Glases hineinpassen muſs.

Fig. 6 ist die Abbildung einer gebogenen Glasröhre, mittelst deren man die Luft, welche sich unter der Glocke des Eudiometers befindet, bei jedem Versuche aussaugt.

Fig. 7 stellt endlich die Vorrichtung vor, mit deren Hülfe man die zu untersuchende Luft in das Maaſs *p* Fig. 4 bringt. Das Glas *a* hat oben und unten eine Oeffnung *b*, *c*, und ist mit einer Vorrichtung *d* versehn, um das Glas bei *c* zu öffnen und zu verschlieſsen.

Folgendermaſsen wird dieses Eudiometer behandelt.

Nachdem man das Gefäſs *a*, *b* bis zur Hälfte der kleinen gläsernen Glocke *d* mit Wasser angefüllt hat, wird das Eudiometer von dem Träger abgenommen, das Thermometer aber herunter gedrückt und auf die Seite geschoben, damit das Wasser, welches man in die Campane gieſst, in die Eudiometer-Röhre laufen kann. Mit demselben Wasser füllt man auch den um die Eudiometer-Ku-

gel befindlichen Behälter *n* an, um die Ausdehnung der Luft, welche nachher hineinſteigt, zu verhüten, welches erfolgen müſste, ſobald die Temperatur der Zimmerluft oder der atmoſphäriſchen Luft gröſser iſt als die des im blechernen Gefäſse befindlichen Waſſers. Hat man darauf das Eudiometer an ſeinen Träger wieder feſt angeſchraubt; ſo wird vermittelſt der Glasröhre Fig. 6 die unter der Campane *d* befindliche Luft ausgeſogen, da dann das ganze Eudiometer mit Waſſer gefüllt und folglich zur Unterſuchung einer Luftart vorbereitet iſt.

Um nun eine Luft, z. B. die atmoſphäriſche, zu unterſuchen, verfährt man auf folgende Art. Die mit Salpetergas angefüllte Flaſche wird neben das Eudiometer ſo hingeſtellt, daſs die gebogene Glasröhre *e*, Fig. 5, mit ihrem ſpitzen Ende genau unter die feine Oeffnung des Luftmaaſses *p* paſst. Nachdem man den Hahn *d* umgedrehet, das blecherne Gefäſs *b* mit Waſſer angefüllt, und den metallenen Draht *f*, welcher an ſeinem untern Theile mit feinem Zwirne umwunden iſt, aus der runden Oeffnung *g* gezogen hat; ſo flieſst das Waſſer aus *b* durch die gläſerne Röhre *c* in die Flaſche *a*, und nöthigt folglich das Salpetergas, durch die Glasröhre *e* zu entweichen. Auf ſolche Art ſammelt ſich die entweichende Luft im Luftmaaſse *p*. Das zuerſt ſich anſammelnde Gas muſs man aus dem Maaſse wieder herausgehen laſſen, weil es gröſstentheils aus derjenigen Luft beſteht, welche bei dem vorhergehenden Verſuche in der Röhre *e* zurückge-

blieben war. Das *Luftmaafs p*, Fig. 4, ift an das Metallftäbchen *q* befeftigt, welches in der Mitte eine horizontale Hülfe hat, die auf einen ans Glas angekütteten Stift gefteckt und mittelft der Schraube *r* feftgefchraubt wird. An dem obern Theile diefes Stäbchens befindet fich die Platte *f*, wo man anfafst, wenn man das Luftmaafs nebft feiner ganzen Vorrichtung auf eine andere Stelle fchieben will. Das Luftmaafs *p* felbft hat nicht nur an dem untern, fondern auch an dem obern Theile eine Oeffnung, welche letztere fich genau durch das Glaskegelchen *v* verfchliefsen läfst. Diefes ift mit dem Stäbchen *t* verbunden, und kann, mittelft deffelben, in die Höhe und auf die Seite gefchoben werden.

Ift das Luftmaafs *p*, auf die befchriebene Art, mit Salpetergas gefüllt, fo fchiebt man es unter die Glocke *d*, und hebt den kleinen gläfernen Conus *v* in die Höhe, worauf das Gas aus dem Maafse in die Glocke übergeht. Nachher füllt man das Luftmaafs mit der zu unterfuchenden Luft an, welches durch das Inftrument Fig. 7 auf folgende Art bewirkt wird. Man drückt auf das Metallplättchen *e*, indem man die untere Oeffnung *c* des Glafes, welche dadurch geöffnet wird, unter Waffer hält, und faugt durch die feine Oeffnung bei *b* die Luft aus, da dann das gläferne Gefäfs *a* fich mit Waffer füllt. Ift diefes gefchehen, fo verfchliefst man die Oeffnung bei *c*, und öffnet fie nicht eher, als bis man das Inftrument in diejenige Luft gebracht hat, welche unterfucht werden foll. Nach

geſchehener Oeffnung flieſst das Waſſer heraus und Luft geht hinein. Hierauf bringt man dieſe Vorrichtung in das mit Waſſer gefüllte blecherne Gefäſs *a*, Fig. 4, ſo, daſs die feine Oeffnung bei *b* ſich unter der untern Oeffnung des Luftmaaſses *p* befindet. Letzteres wird mit dieſer Luft angefüllt, ſobald man auf das Metallplättchen *e*, Fig. 7, drückt. Sollte bei dem Füllen des Luftmaaſses ſich an die untere Oeffnung deſſelben eine Luftblaſe angeſetzt haben, ſo muſs dieſe mittelſt der Spitze der Glasröhre *e*, Fig. 5, abgeſtoſsen werden.

Sobald die zu unterſuchende Luft unter die Glocke kömmt, erfolgt eine Zerſetzung, welches man aus der röthlichen Farbe ſchlieſsen kann. Nachdem die weiſse Farbe ſich wieder hergeſtellt hat, wird das Thermometer, welches bisher die Eudiometer-Röhre *c* verſchlóſs, weggehoben. Die Luft, als leichterer Körper, ſteigt in die Höhe, und das Waſſer flieſst herab. Da nun die Eudiometer-Röhre *c* in 100 gleiche Theile eingetheilt iſt; ſo kann man mit Beſtimmtheit behaupten, daſs ſo viele Theile Luft ſind zerſetzt worden, als Theile von der Eudiometer-Röhre mit Waſſer angefüllt ſind. Um aber einen jeden eudiometriſchen Verſuch, ſo viel als möglich, fehlerfrei anzuſtellen, muſs man jedesmahl das Eudiometer abſchrauben und in das mit Waſſer angefüllte blecherne Gefäſs verſenken. Alsdann befindet ſich die Röhre in derſelben Temperatur, als die obere Kugel. Da man nun mit leichter Mühe für eine gleiche Temperatur des Waſ-

fers forgen kann, fo wird hierdurch das Unrichtige der eudiometrifchen Verfuche vermieden, welches, wie Herr von Arnim *) mit Recht behauptet, durch eine gröfsere oder geringere Menge des freien Wärmeftoffs entftehen mufs.

Zwar wird bei diefem Eudiometer die mit den beiden Luftarten angefüllte Glasröhre *c* nicht gefchüttelt; diefes ift aber nicht nothwendig, da die Zerfetzung fchon in der gläfernen Glocke *d* vor fich geht, wo das Salpetergas und die zu unterfuchende Luft fich in mehrern Punkten berühren. Doch kann man auch mittelft einer gebogenen Glasröhre eine Bewegung in diefer Luft hervorbringen, wodurch daffelbe bewirkt wird, was fonft durch das Schütteln gefchieht.

*) *Annalen der Phyfik*, B. III, St. I, S. 91. *Gr.* — Bei diefer Stelle der Annalen, welche die Zuverläffigkeit der eudiometrifchen Beobachtungen des Hrn. von Humboldt's in Anfpruch zu nehmen fchien, darf ich nicht unbemerkt laffen, dafs, nach der Verficherung, welche ich von feinem Mitbeobachter im Salzburgifchen, Hrn. Leopold von Buch, erhalte, Herr von Humboldt allerdings an die verfchiedene Ausdehnbarkeit der Gasarten durch Wärme gedacht, die deshalb nöthige Correction aber zu unbedeutend gefunden hat, als dafs es die Mühe lohne, die eudiometrifchen Beobachtungen ihrethalben zu erfchweren. *d. H.*

V.

GEDANKEN

über die Vulkane, nach Gründen der pneumatischen Chemie,

von

dem Bürger Patrin.

(Ein Auszug aus einer Vorlesung im National-Institute, 1sten Ventose, Jahr 8.) *)

Der Verfasser bedauert, dass nicht schon Spallanzani und Sénébier, welche der Zersetzung des Wassers in den Erscheinungen der Vulkane eine grosse Rolle beilegen, nach gleich lichtvollen Ansichten eine vollkommene Theorie der Vulkane begründet haben. Er versuchte es daher selbst, die neuesten Endeckungen in der Chemie auf diese grossen Phänomene anzuwenden.

Bei der ungeheuern Quantität der vulkanischen Auswürfe, glaubt der Bürger Patrin, könne man unmöglich annehmen, dass sie schon zuvor als feste

*) Aus der *Decade philosoph.*, An. 8, No. 17; ein Aufsatz voller Phantasie, der, wenn er gleich der neuern pneumatischen Chemie gewaltig vorspringt, und in so fern hyperchemisch wird, doch nicht ohne alles Verdienst ist, sollte er auch nur als Warnung dienen, das von Patrin gewählte Motto aus einem Aufsatze Alex. von Humboldt's: *Il est tems de rapprocher la Géologie de la Physique et de la Chimie*, nicht misszuverstehn. *d. H.*

Maſſe in dem Schooſse der Erde vorhanden waren. Die einzigen Vulkane im Mittelpunkte *Frankreichs* haben, nach den Berechnungen Fauja's, 72 Billionen Kubik-Mètres Lava ausgeworfen; und wenn man hierzu noch die brennbaren Materien, Schwefel, Erdpech u.ſ.w., rechnet, die, nach den alten Theorien, jene zum Schmelzen gebracht haben, ſo würde dieſe Maſſe noch zum Doppelten anwachſen, und die dortigen unterirdiſchen Höhlungen müſsten das gröſste Schrecken erregen.

Italien iſt von einem Ende bis zum andern mit Vulkanen überſäet; es iſt mit Lava und Tuff, an verſchiedenen Orten bis auf mehrere hundert Mètres, tief bedeckt. Wenn nun unterirdiſche Höhlungen exiſtirten, die dieſen ausgeworfenen Maſſen entſprächen, ſo müſste ganz Italien über Abgründen ſchweben und alle Augenblicke dem Verſinken nahe ſeyn.

Wie läſst ſich ferner mit dieſen vorgegebenen Höhlungen das Daſeyn der *Seen in alten Kratern* vereinigen? Patrin hat dergleichen im nördlichen *Aſien* auf koniſchen Bergen gefunden, die wohl tauſend Mètres hoch ſeyn konnten. Wenn ſich nun unter der Baſis dieſer Berge Schlünde befänden, ſo würde der unzuberechnende Druck der Waſſerſäule, die darüber laſtete, gewiſs ſchon einen Weg zu denſelben ſich eröffnet haben.

Das *intermittirende Auswerfen der Vulkane* iſt noch ein Umſtand mehr, der ſich nach den alten Theorien gar nicht erklären läſst.

Da überdies der Verfasser bemerkte, daſs überall, wo ſich Vulkane beſinden, der Boden, weit entfernt ſich zu ſenken, wie das täglich an den Orten der Fall iſt, wo Steinkohlen oder Torflager brennen, im Gegentheile ſich beſtändig mehr *erhöht;* ſo ſchloſs er, daſs dieſe unerſchöpflichen Subſtanzen eben ſo das *Produkt einer Circulation verſchiedener Flüſſigkeiten*, wie die Flüſſe ein Produkt des Umlaufs des Waſſers ſind.

Er iſt, wie er ſagt, in dieſer Meinung durch die ſchöne Theorie des B. Laplace beſtätigt worden, nach der die Erde und die andern planetariſchen Körper durch die Concretion eines luftförmigen, von der Sonne ausgeſtrömten Fluidi entſtanden ſind: eine Theorie, die eben ſo vollkommen mit den geologiſchen Thatſachen, als mit den Geſetzen der Aſtronomie übereinſtimme.

„Die Laven gleichen oft ſo vollkommen den Urgebirgsarten, daſs ſie die Augen der erfahrenſten Kenner täuſchen; und dieſe Identität der Zuſammenſetzung weiſt auch auf eine Identität der Entſtehungsart hin. Sind nun, nach jener Theorie, ſelbſt die Urgebirge durch ein luftförmiges Fluidum gebildet worden, ſo kann man glauben, daſs die Laven einen gleichen Urſprung haben, und man kann daſſelbe von den Laven ſagen, was Lavoiſier und Humboldt von den Erden im Allgemeinen muthmaſsen, daſs ſie nämlich Oxyde ſind, deren Baſis noch unbekannt iſt.“

Der B. Patrin sieht die Lager der uranfänglichen Schiefergebirge, (*les couches schisteuses primitives,*) als die *chemische Werkstatt* an, wo die Nahrung der Vulkane zubereitet wird. Die Lager selbst geben nichts von ihrer eignen Substanz dazu hin. Sie sind das den Vulkanen, was die Gebirge den Flüssen sind: die einen, wie die andern, ziehen die Flüssigkeiten an und verdichten sie, nur dass diese Flüssigkeiten in diesen zu Wasserströmen, in jenen zu Strömen von Feuer und zu festen Körpern werden.

Die uranfänglichen Schieferlager verbreiten sich von den Bergen des festen Landes bis unter den Grund der Meere, wo sie ähnliche Gebirge bilden. Diese Lager, die aus Blättern, (*feuillets,*) zusammengesetzt sind, welche uranfänglich mit der Oberfläche der Erde parallel liefen, sind durch eine allgemeine Ursache zerborsten; und in den dadurch entstandenen Ritzen und Klüften, welche die Schieferblätter durchschneiden, oder da, wo diese Blätter mit ihren Kanten in die Höhe stehen, ist der Ort, wo sie die Flüssigkeiten absorbiren, welche die vulkanischen Materien bilden.

Alle Vulkane, oder beinahe alle, haben unter dem Meerwasser gestanden, wie dies auch de Lüc sehr richtig bemerkt. Alle, die noch in Thätigkeit sind, haben ihren Fuss im Meere, und man findet sie nur in den Seestrichen, wo das Meer am stärksten mit Salz gesättigt ist. Die ganze heisse Zone, wo das Wasser des Meeres 5- bis 6mahl mehr

Salz,

Salz, als in den nordischen Meeren enthält, ist mit einer erstaunlichen Menge Vulkane übersäet. Die, welche sich in den hohen Breiten befinden, liegen wenigstens auf dem Wege der Hauptströme des Oceans, die das Wasser von den Wendekreisen nach den Polen führen.

Der B. Patrin sieht die Salzsäure als ein Haupt-Nahrungsmittel der Vulkane an, und bei dieser Gelegenheit macht er folgende Bemerkung über die Vulkane der *beiden Sicilien.* Das mittelländische Meer, sagt er, hat eine siebenmal grösere Oberfläche als Frankreich, und es verliert daher durch die Verdünstung unvergleichbar mehr Wasser, als es durch die in dasselbe sich ergiessenden Flüsse erhält; weshalb, nach Büffon, auch beständig das Wasser des Oceans durch die Meerenge bei Gibraltar mit einer grosen Heftigkeit in das mittelländische Meer einströmt. Dieses Wasser führt aber eine so ungeheure Menge Meersalz mit sich, dass schon längst das Bassin des mittelländischen Meeres mit Salz vollgefüllt seyn müsste, wenn nicht die Vulkane der beiden Sicilien dazu da wären, um die Zersetzung desselben zu bewirken.

Patrin erklärt sich diese *Zersetzung* und das Geschäft der Salzsäure hierbei, auf folgende Art. Die uranfänglichen Schiefer, (*les schistes primitifs,*) enthalten Schwefelarten, Sulfaten, oder schwefelsaure Verbindungen, Metall-Oxyde, Kohle und freie Schwefelsäure, die, wie man nachher sehen

wird, sich beständig wieder in ihnen bilden und erneuern.

So wie das Wasser des Meergrundes, das beständig stark mit Salz überladen ist, in die Schieferblättchen des untermeerischen Gebirgsfusses dringt, wird durch die Schwefelsäure das in diesem Wasser enthaltene Kochsalz zersetzt. Die frei gewordene Salzsäure bemächtigt sich des Sauerstoffs der Eisen-Oxyde, des Magnesiums, u. s. w., die es auf seinem Durchwege trifft, und wird dadurch zur oxygenisirten Salzsäure.

Diese Säure, gedrückt von der Säule des höher stehenden Wassers und angezogen von den Schieferblättchen, die den Dienst der Haarröhrchen versehen, zieht sich immer mehr in die Höhe, und dehnt sich bald weiter aus. Sie trifft auf metallische Schwefelverbindungen, und zersetzt sie mit Heftigkeit. Hierbei wird Wärmestoff in grosser Quantität frei gemacht; es bildet sich Schwefelsäure; und das Wasser wird mit Hülfe der Kohle zersetzt.

Ein Theil des Hydrogens dieses Wassers, verbunden mit der Kohle und etwas Oxygen, liefert *Oehl*; dieses wird durch die Schwefelsäure zu *Steinöhl* modificirt. Der übrige Theil des Hydrogens wird bei Vermischung mit dem oxygenisirten Salzsauer-Gas entzündet; das Steinöhl, zu Gas reducirt, entzündet sich auch, und es beginnt der Brand.

Dieses Feuer würde aber bald verlöschen, wenn das mächtigste Agens es nicht immer von neuem in

Thätigkeit setzte; dieses Agens ist das *electrische Fluidum.*

Indem die Metalle, welche sich in den Schieferlagern in Ueberfluss befinden, dieses Fluidum beständig aus der Luft und den Wasserhosen, (*trombes,*) anziehn, stösst es bei jedem Schritte auf isolirte Schwefelverbindungen, die sich entweder in den Erdharzen oder der Gebirgsart befinden. Es entladet sich und erneuert wieder die Entzündung der verschiedenen Gasarten, und diese Flüssigkeiten bahnen sich quer durch die Zwischenräume der Schieferblätter einen Ausweg, und bringen auf dem Gipfel des Gebirges die Explosion hervor. Diese entzündeten Gasarten treffen hier auf Meerwasser, und zersetzen es; (?) das Hydrogen entweicht; und das Oxygen des Wassers wird unter festen Gestalten fixirt.

Um diese Fixirung zu erklären, nimmt Patrin die Gegenwart des *Phosphors* in dem *electrischen Fluido* an, die ihm sowohl der Phosphor-Geruch, den dieses Fluidum aushaucht, als auch besonders die Entzündung des Wasserstoff-Gas durch Electricität zu beweisen scheint: denn dieses Gas entzündet sich, nach seiner Voraussetzung, durch Electricität nur deshalb, weil es durch die Berührung des electrischen Funkens phosphorisirtes Wasserstoff Gas wird. Der Phosphor ist aber unter allen verbrennlichen Körpern am meisten fähig, das Oxygen zu fixiren.

Patrin nimmt überdies ein eignes *Metall erzeugendes Fluidum*, (*fluide metallifère,*) an; das zu

dieser Fixirung des Oxygens mächtig beitragen. f
Dieses Metall führende Fluidum spielt, nach ihm,
der Natur eine grosse Rolle: er sucht aus versch
denen Thatsachen die Existenz desselben zu
weisen; und glaubt, was Lavoisier als Mein
eines berühmten Chemisten anführt, dass das *Ra*
kal der Salzsäure metallischer Natur sey, und e
das metallführende Fluidum eben so wohl die
dung des Seesalzes, als die Bildung der Metalle
wirkt. — Er führt bei dieser Gelegenheit folg
des zur Beherzigung an: „In der heissen Zone s
die Metalle in der That sehr köstlich, aber i
Masse ist sehr unbeträchtlich; das Seesalz befin
sich im Gegentheile daselbst in erstaunlichem Uel
flusse. Nach Ingenhouss nimmt der Salzgel
des Oceans von den Polen nach dem Aequator
mer mehr zu; hier ist er 5 - bis 6mahl beträchtlic
als in den nordischen Meeren: und da sich die M
der Metalle in umgekehrter Richtung vermehrt,
scheint es, dass dieses Metall führende Fluidum z
schen den Wendekreisen beinahe gänzlich zu Me
Salzsäure figirt sey, indess es, von den Wendek
sen ab, eine grössere Metallmasse gebildet hat; d
gegen den Polarkreis zu ist das Wasser arm
Salz, die Erde hingegen mit Gebirgen bedeckt,
ganz aus Eisen - Oxyd bestehn."

Diesem Metall führenden Fluido schreibt Pat
die Bildung des *Eisens* zu, das sich in so gross
Ueberflusse in den Laven befindet. - Was den *Sch*
fel betrifft, der ebenfalls in ihnen vorkömmt, i

ihr Monate langes Brennen unterhält; so glaubt er, dass dieser ein Product des electrischen Fluidi, oder vielmehr das *electrische Fluidum selbst* sey, nur im concreten Zustande, so wie der Demant concret gewordenes kohlensaures Gas ist. Jedermann weiss, dass der Blitz einen starken Schwefelgeruch zurück lässt; und da keine bekannte Substanz diesen Geruch hat, ohne nicht auch Schwefel zu enthalten, so schliesst er daraus, dass der Schwefel die Basis des electrischen Fluidi ist. Der *Phosphor* ist nur eine Modification desselben; vielleicht eine Verbindung mit dem Lichte. (?) Die tägliche Entstehung des Schwefels und des Phosphors in allen organischen Körpern beweist, dass diese beiden Substanzen von einem allgemein verbreiteten Fluido herkommen müssen; und ein solches ist das electrische Fluidum.

Der Schwefel wird daher beständig durch dieses Fluidum in den Schiefern von neuem fabricirt und hier durch Verbindung mit dem Oxygen, (das von der in diesen Lagern herrschenden Thonerde aus der Atmosphäre beständig angezogen wird,) in Schwefelsäure verwandelt, und diese freie Schwefelsäure bewirkt die Zersetzung des Meersalzes.

Als durch den Rücktritt des Oceans der Gipfel der vulkanischen Berge entblösst wurde, fanden die Gasarten hier nicht mehr das Oxygen des Meerwassers, sondern blos das, was in der oxygenisirten Salzsäure und in der Atmosphäre enthalten ist. Die Fixirung desselben fand daher zwar noch statt,

aber in weit geringerer Quantität. Die noch jetzt erfolgenden Auswürfe ſind deshalb von geringer Bedeutung, in Vergleichung mit den untermeeriſchen Auswürfen, zur Zeit als der Vulkan noch unter dem Meere ſtand, welche die groſsen Baſalt-Straſsen und die Thonlager gebildet haben, die man in allen Gegenden der Erde von unermeſslicher Tiefe findet, und die mit keinen fremdartigen Körpern gemiſcht ſind.

Um ein Beiſpiel von dieſer ſchnellen Bildung der Laven zu geben, bezieht ſich Patrin auf die Beſchreibung des Vulkans von *Stromboli*, wo die Natur den Prozeſs der Concretion der Gaſſe zu feſten Materien in jedem Augenblicke darzuſtellen ſcheint, ſo wie ein Chemiſt ihn in ſeinem Laboratorio zeigen würde. Dieſer Vulkan iſt ſeit undenklichen Zeiten in beſtändiger Activität; von einer halben Viertel-Stunde zur andern wirft er einen Stoſs entzündeter Dämpfe und feſter glühender Subſtanzen aus. „Es ſcheint," ſagt Dolomieu, „daſs es Luft, oder brennbare Dämpfe ſind, die ſich plötzlich entzünden, und die eine Exploſion hervorbringen, indem ſie die Steine mit ſich fortreiſsen, die ſie auf ihrem Auswege finden."

Dem B. Patrin ſcheint es wahrſcheinlicher, daſs dieſe feſten Materien ſich erſt augenblicklich bilden, als daſs ſich ſeit ſo langer Zeit an der benannten Stelle, im Grunde des Kraters, immer eine gleiche Quantität Steine vorfinden ſollte, die von 7 Minuten zu 7 Minuten ausgeworfen werden könnte, oh-

ne dafs dadurch die Geftalt des Kraters, der wie ein Trichter fpitzig zuläuft, im Geringften verändert oder zerftört würde.

Diefe fo häufigen periodifchen Exploſionen werden von keiner Erfchütterung und keinem unterirdifchen Geräufche begleitet; ein Beweis, dafs die Feuerftätte nicht tief liegen kann. Es fcheint fogar, dafs bei den Vulkanen im Allgemeinen gar dergleichen unterirdifche Feuerfeen nicht ftatt finden, die man fich eigentlich unter einer folchen *Feuerftätte* vorftellt. Der Feuerherd eines Vulkans ift nichts weiter, als die Wiedervereinigung der Kanäle, durch welche die zwifchen den Schieferblättern entftandenen Gasarten nach dem Gipfel des Berges zu entweichen, und welche Kanäle, da fie mit den Gebirgshängen gleiche Neigung haben, ihnen gleichfam zum Rauchfange dienen.

Indem diefe Gasarten fefte Materien bilden, bedecken fie damit nach und nach den Gipfel des uranfänglichen Gebirges. Die Auswürfe häufen fich und bilden endlich ungeheure Maffen, die ganz aus vulkanifchen Stoffen beftehn. Die Gasarten fahren fort, quer durch diefe Auswürfe, oder vielmehr durch diefe mittelft der Ausbrüche entftandenen Lavenlager, an den Tag zu brechen, und bilden zuweilen dafelbft die Maffen flüffiger Laven, welche die Krater anfüllen, und durch den Ausbruch von neuem zuftrömenden Gas emporgehoben, und unter ftarkem Aufbraufen mit Gewalt herausgefchleudert werden. Die Exiftenz grofser Höhlungen im Schoo-

ſse, oder ſelbſt in den alten Lagern der Erde, würde im Gegentheile wider alle Wahrſcheinlichkeit ſtreiten.

Man hat von groſsen Seen geſprochen, die durch Erdbeben entſtanden, und von Städten, die dabei verſunken ſeyn ſollen, und hat hieraus geſchloſſen, daſs es groſse *unterirdiſche Höhlungen* gäbe, die durch Vulkane entſtanden wären. Es iſt, leider! nur zu wahr, daſs *Liſſabon*, *Meſſina*, *Lima* und viele andere Städte durch Erdbeben umgeſtürzt und zerſtört worden ſind; aber ſie ſind nichts weniger als verſchlungen worden, denn man hat ſie ja auf demſelben Boden wieder aufgebauet. *Herculanum* und *Pompeji* ſind Souterrains geworden, aber nicht durch Verſinken in Abgründe, ſondern weil im Gegentheile der alte Boden mit einem neuen iſt bedeckt worden; wie ſich dies überall ereignet, wo man Vulkane findet. Seen haben ſich insbeſondere viele auf den Alpen und Pyrenäen gebildet, wo man nicht die geringſte Spur von Vulkanen bemerkt, und ſie verdanken meiſtentheils den Ausſpülungen und Untergrabungen der unterirdiſchen Gewäſſer ihren Urſprung.

Patrin ſpricht nachher von einer beſondern Art *Vulkane*, *die* weder Feuer, noch Laven, ſondern bloſs *weichen flüſſigen Thon auswerſen.* Spallanzani hat die von Modena, Pallas die der Krimm, und Dolomieu die von *Macaluba* in Sicilien beſchrieben. Dieſe letztern ſind ſehr alt, und finden ſich auf einem kalkartigen Boden, der an

Salz - Kryſtallen und ſalzigen Quellen ſehr reich iſt. Die ganze Gegend iſt mit Thonbergen bedeckt, welche durch die Auswürfe dieſer Vulkane entſtanden ſind, und zuweilen Koth - und Schlammſtröme bis zu 60 Mètres in die Höhe ſchleudern. Ihre Ausbrüche verurſachen Erderſchütterungen, die ſich mehrere Meilen weit erſtrecken, und die Materien, die ſie auswerfen, ſind mit Salz und Steinöhl geſchwängert, und riechen ſtark nach ſchwefelhaltigem Waſſerſtoff - Gas. Alle dieſe Erſcheinungen und örtlichen Umſtände finden ſich auch ganz ſo in der *Krimm* und zu *Modena.* *)

Dieſe *Schlamm* - oder *Koth-Vulkane* haben mit den *feuerſpeienden* einerlei Urſprung, es fehlt ihnen nur eine hinlängliche Quantität des electriſchen

*) Das neueſte merkwürdige Phänomen dieſer Art in Taurien erzählte die Hamb. polit. Zeitung aus einem Briefe des Etatsraths Pallas, wie folgt: „Am 5ten September 1799 iſt im *aſoffſchen Meere*, dem alten *Temrak* gegen über, etwa 150 Klafter weit vom Ufer, mit einem donnernden Getöſe und endlich mit einem Knalle, wie aus einer groſsen Karthaune, der mit Feuerausbruch begleitet war, eine hügelförmige Inſel auf einer ziemlich tiefen Stelle entſtanden. Der Feuerauswurf und das Aufſteigen einer beträchtlichen Rauchſäule hat ungefähr zwei Stunden lang angehalten. Zu gleicher Zeit und an eben dem Tage, da ſich dieſes bei Aufgang der Sonne ereignete, iſt um 7 Uhr des Abends am Cuban herauf und bis Cathrinodnow ein ſtarkes Erdbeben geſpürt worden.“ *d. H.*

Flüidi, um zu voller Thätigkeit kommen zu können. Die Kalklager sind wegen ihres Mangels an Metallen zu schwache Leiter für dieses Fluidum; bersteten sie aber durch einen Zufall, so dass dieses Fluidum unmittelbaren Zutritt zu den in ihren schieferichten Gängen enthaltenen Eisenauflösungen bekäme, so würden wahrscheinlich aus ihnen gewöhnliche Vulkane entstehn.

Das Gegentheil von diesen Schlamm-Vulkanen sind die kleinen, welche *blosse Flamme* ohne Begleitung fester Materien auswerfen. Die Feuer von *Pietra-Mala* in den Apenninen sind von Lalande beschrieben worden, der bemerkte, dass sie bei stürmischem Wetter am stärksten sind und dass sie einen electrischen Geruch verbreiten. Spallanzani entdeckte darin den Geruch des Wasserstoff-Gas, Ferber, den Geruch des Steinöhls, und Dietrich, den Geruch der Salzsäure. Diese verschiedenen Flüssigkeiten tragen alle zur Erhaltung dieser Feuer das ihrige bei.

Dieser kleine Vulkan hat, weil er arm an Oxygen und reich an electrischem Fluido ist, nur Flammen, und keine festen Auswürfe; während dass *Macaluba*, reich an Oxygen, aber arm am electrischen Fluido, nur Schlammauswürfe und keine Flamme hervorbringen kann.

Pietra-Mala hat die Seele eines Vulkans, *Macaluba* den Körper: ihre Vereinigung würde einen gewöhnlichen Vulkan bilden.

Es ist wahrscheinlich, dass man die traurigen Wirkungen der Vulkane vermindern würde, wenn man das electrische Fluidum durch starke weit in die Ferne gehende Leiter von ihnen ableitete, oder wenn man die Einsaugung des Meerwassers am Fuße der vulkanischen Gebirge verhinderte. Dies ist vielleicht da nicht unmöglich, wo dieser Ort des Einsaugens so kenntlich, wie am Fuße des Vesuvs ist, wo er durch das im Meere aufsteigende Steinöhl angezeigt wird. Dieses Steinöhl, das in den untermeerischen Gebirgen gebildet wird, giebt dem Wasser des Oceans seine Bitterkeit.

Nach dieser Theorie des B. Patrin sind die *Erdbeben* sehr leicht zu erklären: die luftförmigen Flüssigkeiten, welche die Zwischenräume der Schieferblätter anfüllen, werden durch die electrischen Entladungen entzündet; sie theilen den Steinlagern diese Erschütterungen mit, die sich in demselben Augenblicke in den entferntesten Oertern verspüren lassen, weil diese Lager, deren Blätter mit ihren Grundlagen parallel laufen, zuweilen in sehr beträchtlichen Weiten ohne Unterbrechung fortlaufen.

VI.

UNTERSUCHUNG über *den Einfluſs der Wärme auf das Gewicht der Körper*, von Benjamin Grafen von Rumford in London.

Die bisherigen Verſuche, durch die man auszumachen ſuchte, ob das Gewicht der Körper beim Erwärmen zu- oder abnimmt, ſind wohl beſonders deswegen ſo verſchieden ausgefallen, weil die Inſtrumente, deren man ſich dazu bediente, nicht die *)gehörige Vollkommenheit beſaſsen; oder weil die heiſsen und kalten Körper, die man in die Wageſchalen legte, vertikale Luftſtröme in der Atmoſphäre hervorbrachten.

Meine Verſuche, die ich darüber ſchon vor langer Zeit mit der gröſsten Sorgfalt und Genauigkeit angeſtellt habe, überzeugten mich, daſs die Körper durchs Erwärmen keine Gewichtszunahme erleiden, und daſs überhaupt die Wärme auf das Gewicht der Körper keinen Einfluſs hat.

Dr. Fordyce behauptete im 75ſten Bande der *Philoſophical Transactions* das Gegentheil und

*) Ins Kurze zuſammengezogen aus den *Philoſ. Transactions of the Roy. Soc. of London for* 1799, p. 179.

machte Versuche bekannt, nach denen zu schliefsen, das Wasser durch Gefrieren im Gewichte zunimmt. Diese ausserordentliche Thatsache überraschte mich so sehr, dass ich mich sogleich entschloss, die Versuche mit einer vortrefflichen Wage, die dem verstorbenen Kurfürsten von Baiern gehörte, zu wiederholen.

Ich nahm aus einer Menge von Flaschen, die man in England Florentiner nennt, und die sehr dünn geblasen sind, zwei, welche in allen Stücken einander so gleich waren, dass man sie schwerlich von einander unterscheiden konnte.

In die eine Flasche, die ich mit *A* bezeichne, goss ich 4107,86 Gran Troy-Gew. reines destillirtes *Wasser*; in die andere, *B*, ein gleiches Gewicht schwachen *Weingeist*. Nachdem ich sie hermetisch verschlossen und vollkommen rein und trocken abgewischt hatte, hing ich sie an die Arme der Wage, und stellte diese in eine grosse Stube, deren Luft, durch beständiges Heizen, schon mehrere Wochen so viel möglich immer in der Temperatur von 61° nach Fahrenheit war erhalten worden. Die Flaschen blieben hier so lange ruhig an der Wage hängen, bis sie dieselbe Temperatur angenommen haben konnten; dann wischte ich sie von neuem mit einem reinen und trocknen Kammertuche recht gut ab, und brachte sie in das genaueste Gleichgewicht.

Den Apparat liess ich sodann noch 12 Stunden in dieser Stube stehen; und da sich nicht die geringste Veränderung zeigte, brachte ich ihn in eine

groſse unbewohnte Stube, die nach Norden liegt, deren vollkommen ruhige Luft die Temperatur von 29° Fahr. hatte, und lieſs hier die Flaſchen bei verſchloſſener Thür ganz ungeſtört 48 Stunden an der Wage hängen.

Nach Verlauf dieſer Zeit trat ich mit vieler Vorſicht wieder in die Stube, und fand zu meinem Erſtaunen, daſs die Flaſche *A* ein ſehr merkliches Uebergewicht hatte. Ihr Waſſer war zu einer feſten Maſſe gefroren; der Weingeiſt zeigte aber keine Spur von Froſt.

Ich ſtellte mit Stückchen von feinem Silberdrahte ſehr behutſam das Gleichgewicht wieder her, und fand ſo, daſs die Flaſche *A* um den $\frac{1}{35904}$ten Theil ihres anfänglichen Gewichts an Schwere zugenommen hatte. Das Gewicht der mit Waſſer gefüllten Flaſche betrug nämlich zu Anfang des Verſuchs 4811,23 Gran Troy-Gew., und nun muſsten 0,134 Theilchen eines Grans am entgegengeſetzten Arme hinzugethan werden, um das Gleichgewicht wieder hervorzubringen.

Ich brachte hierauf die beiden an der Wage hängenden Flaſchen wieder in die 61° warme Stube. Als das Eis der Flaſche *A* gänzlich aufgethauet war, und beide Flaſchen die Temperatur der umgebenden Luft angenommen hatten, wiſchte ich ſie wieder recht rein und trocken ab, und fand nun, daſs ſie jetzt eben ſo viel wogen, als zu Anfang des Verſuches, ehe das Waſſer gefror.

Mehrere Wiederholungen dieses Versuchs gaben beinahe dasselbe Resultat; immer schien das Wasser im festen Zustande schwerer zu seyn als im flüssigen. Doch die Unregelmäßsigkeit, mit der das Wasser beim Aufthauen sein hinzugekommenes Gewicht wieder verlor, und der merkbare Unterschied zwischen den erhaltenen Gewichtsvermehrungen in den verschiedenen Versuchen, machten mir die ganze Erscheinung verdächtig. Ich entschloss mich daher, diesen Versuch noch einmahl auf eine verbesserte Art zu wiederholen.

Zuvor prüfte ich die Genauigkeit meiner Wage. Denn da ich wusste, dass man die Adjustirung ihrer Arme durch Hämmern bewirkt hatte, so besorgte ich, dass durch diese Operation eine Verschiedenheit in der Textur des Metalls entstanden seyn könnte, und dass sie deshalb vielleicht einer verschiedenen Ausdehnung durch die Wärme unterworfen wären. Die Wage konnte dann leicht Irrthümer veranlassen, wenn man sie, schwer belastet, einer beträchtlichen Veränderung der Temperatur aussetzte.

Ich hing deshalb zwei sich völlig gleiche massive Metallkügelchen, *) die gut vergoldet und gebrannt

*) Ich zog mit Fleiss diese den mit Quecksilber gefüllten Glaskügelchen vor, weil sich die Feuchtigkeit sehr fest an die Oberfläche des Glases ansetzt, dies aber nicht bei den vergoldeten Oberflächen der Metalle der Fall ist. *Gr. R.*

waren, mit feinem Golddrahte an die Arme der Wage auf. Jedes dieser Kügelchen wog 4975. Gran, wurde vollkommen rein abgewischt, und die Wage blieb 24 Stunden lang in der 61° warmen Stube stehn. Nachdem ich sie nun in das vollkommenste Gleichgewicht gebracht hatte, wurde sie in eine Stube von 26° Temperatur versetzt, wo sie die ganze Nacht über blieb.

Dieser Versuch gab den genügendsten Beweis von der Genauigkeit meiner Wage, denn ich fand nach dem Verlaufe dieser Zeit das Gleichgewicht noch so vollkommen, wie zu Anfang des Versuches.

Nun kehrte ich zu meinem vorigen Gegenstande wieder zurück. Vorausgesetzt, wie es die Versuche Fordyce's und meine obigen zu beweisen schienen, dass die Flüssigkeiten beim Gefrieren eine Gewichtsvermehrung erleiden; so liess sich die Ursache dieser Erscheinung in nichts anderm suchen, als in dem Verluste der grossen Quantität latenter Wärme, die, wie bekannt, beim Gefrieren aus dem Wasser entweicht. Nun schloss ich weiter, dass, wenn der Verlust latenter Wärme das Gewicht *eines* Körpers vermehre, er nothwendig dieselbe Wirkung in allen hervorbringen, und dass mithin die Vermehrung der latenten Wärme in allen Körpern und in allen Fällen ihr Gewicht bemerkbar vermindern müsse.

Um dieses zu entscheiden, stellte ich folgenden Versuch an. Ich nahm wieder zwei sich völlig gleiche Flaschen von der vorerwähnten Art, goss in

die

die eine 4012,46 Gran Waſſer, in die andere ein gleiches Gewicht Queckſilber, verſiegelte ſie hermetiſch, hing ſie an beide Arme der Wage, und lieſs ſie die Temperatur meiner 61° warmen Stube annehmen. Dann brachte ich ſie in das vollkommenſte Gleichgewicht und verſetzte den Apparat in ein Zimmer von 34° Temperatur, wo er 24 Stunden lang ſtehn blieb. Keine der beiden Flaſchen zeigte die geringſte Vermehrung oder Abnahme ihres Gewichts.

Hier iſt es doch gewiſs, daſs die Quantität Wärme, die das Waſſer verlohr, viel beträchtlicher war, als die aus dem Queckſilber entwich, (denn die ſpecifiſchen Quantitäten latenter Wärme des Waſſers und Queckſilbers verhalten ſich wie 1000 zu 33,) und doch veranlaſste dieſer Unterſchied des Wärmeverluſtes nicht die geringſte Verſchiedenheit in den Gewichten dieſer beiden Flüſſigkeiten. Hätte auch nur eine Verſchiedenheit von Einem Milliontel des Gewichts in dieſen Flüſſigkeiten ſtatt gefunden, ſo würde ich ſie entdeckt haben: und hätte ſie $\frac{1}{700000}$ des Gewichts betragen, ſo würde ich ſie haben meſſen können; ſo empfindlich und genau iſt die Wage, der ich mich zu dieſem Verſuche bediente.

Ich wurde dadurch in dem Verdachte beſtärkt, daſs die vorhin beobachtete ſcheinbare Gewichtsvermehrung des gefrornen Waſſers entweder daher rühre, daſs an die Oberfläche der Flaſche *A* ſich eine gröſsere Quantität Feuchtigkeit feſt geſetzt hatte, als an die der Flaſche *B*; oder daſs durch eine

Verschiedenheit in der Temperatur der beiden Fläschen ein oder mehrere vertikale Ströme in der sie umgebenden Luft hervorgebracht wurden.

Da ich bei den obigen Versuchen, die übrigens mit der gröfsten Vorsicht unternommen wurden, die relativen Wärme leitenden Kräfte des Eises und Weingeistes nicht gekannt hatte, und folglich nicht ganz gewiss von der Gleichheit der Temperatur beider Flüssigkeiten beim Abwägen überzeugt seyn konnte, so wiederholte ich von neuem den obigen Versuch, aber mit Beobachtung solcher Maafsregeln, die mich gegen die beiden erwähnten Ursachen der Täuschung sichern konnten.

Ich nahm drei Flaschen, *A*, *B*, *C*, die sich völlig gleich waren; in die erste, *A*, goss ich 4214,28 Gran Wasser und brachte in ihr ein kleines Thermometer so an, dass die Kugel desselben in der Mitte des Wassers schwebte; in die zweite, *B*, wurde ein gleiches Gewicht Weingeist und ein eben solches Thermometer; und in die Flasche *C* ein gleiches Gewicht Queckfilber gethan. Diese Flaschen, wurden, hermetisch versiegelt, in einen Winkel einer grofsen Stube von 61° F. Temperatur gestellt, wo die Luft völlig ruhig war. Hier blieben sie über 24 Stunden ungestört stehn. Da die in *A* und *B* eingeschlossenen Thermometer genau dieselbe Temperatur zeigten, so wischte ich nun die Flaschen recht rein und trocken ab, und liefs sie so noch einige Stunden länger stehen, damit die Luft der Stube die vielleicht durchs Abwischen in ihnen entstan-

dene Ungleichheit der Wärme oder der anſitzenden Feuchtigkeit wieder heben konnte. Die Flaſchen wurden nachher gewogen, ihr Gewicht unter einander genau gleich gemacht, indem man an den Hals der leichtern etwas feinen Silberdraht befeſtigte, und ſie nun in die Stube von 30° F. Temperatur gebracht, wo ſie 48 Stunden ungeſtört ſtehen blieben. Die Flaſchen *A* und *B* hingen an den Armen der Wage und die Flaſche *C* hing dicht bei der Wage in derſelben Höhe an einem Ständer, und neben ihr ein ſehr empfindliches Thermometer.

Nach Verlauf der angegebenen Zeit eröffnete ich ſehr behutſam die Thür, und fand zu meiner Freude, daſs alle drei Thermometer, nämlich das in der Flaſche *A*, das nun in Eis eingeſchloſſen war, das in der Flaſche *B* und das frei in der Stube hängende, auf denſelben Punkt, nämlich auf 29° F., ſtanden, und daſs die Flaſchen *A* und *B* ſich im genaueſten Gleichgewichte befanden. Zugleich unterſuchte ich das Spiel der Wage, und fand bei einer leiſen Berührung, daſs ſie ſich nicht allein mit der vollkommenſten Freiheit bewegen konnte, ſondern daſs ſie auch nach erlangter Ruhe wieder völlig ins Gleichgewicht kam. Als ich die Flaſche *B* von der Wage abnahm und ſtatt ihrer die Flaſche *C* anhing, zeigte auch dieſe daſſelbe Gewicht, das ſie zu Anfang des Verſuches hatte, und ſtand mit der Flaſche *A* im völligen Gleichgewichte.

Ich brachte darauf den ganzen Apparat in ein warmes Zimmer, wo ich das Waſſer der Flaſche *A*

aufthauen, und alle drei genau die Temperatur der ſie umgebenden Luft annehmen lieſs; dann wiſchte ich ſie wieder trocken und rein ab, und wog ſie von neuem; auch hier zeigte ſich keine Veränderung ihrer Gewichte.

Dieſen Verſuch habe ich mehrmahls wiederholt und erhielt genau dieſelben Reſultate. Nie ſchien das Waſſer beim Gefrieren und Aufthauen die geringſte Zu- oder Abnahme des Gewichts zu erleiden; auch zeigten die andern Flüſſigkeiten bei den verſchiedenen Graden der Wärme und Kälte, denen ſie ausgeſetzt wurden, keine Veränderung in ihrem Gewichte.

Wog man aber die Flaſchen dann, wenn die in ihnen enthaltenen Flüſſigkeiten nicht genau einerlei Temperatur beſaſsen: ſo zeigte ſich oft eine Zu- oder Abnahme ihrer Gewichte. Dieſe Erſcheinung rührte wohl alſo wahrſcheinlich entweder von den vertikalen Luftſtrömen her, die ſie in der Atmoſphäre hervorbrachten; oder von der verſchiedenen Quantität Feuchtigkeit, die ſich an ihre Oberflächen feſtgeſetzt hatte; oder von beiden Urſachen gemeinſchaftlich.

Da die Wärme leitende Kraft des Queckſilbers viel gröſser iſt, als die des Waſſers und Weingeiſtes, ſo war es nicht nöthig, in ihm ein Thermometer anzubringen, indem es die Temperatur, welche die beiden andern Flüſſigkeiten erlangten, gewiſs ſchon immer früher erhalten haben muſste.

Da mich diese mit der gröſsten Vorsicht angestellten Versuche überführt haben, daſs das Wasser bei seinem Uebergange aus dem flüſsigen Zustande in den festen, und umgekehrt, *weder an seinem Gewichte zunimmt, noch abnimmt,* so nehme ich nun für immer von diesem Gegenstande Abschied, der mir so viel Zeit und Mühe gekostet hat, und bin vollkommen überzeugt, daſs, wenn auch die Wärme ein von dem erhitzten Körper verschiedener Stoff seyn sollte, dieser doch so fein und dünn wäre, daſs sein Einfluſs auf das Gewicht nie durch Versuche zu entdecken ist. Denn berechnet man die Wärme, die das Wasser beim Gefrieren verliert, und bringt die verschiedenen Wärme-Capacitäten des Wassers und Goldes, (die sich wie 1 : $\frac{1}{20}$ verhalten,) in Anschlag; so zeigt sich, daſs die aus dem gefrierenden Wasser in jenen Versuchen frei werdende Wärme-Quantität hinreiche, 4214 Gran Gold von der Temperatur des Gefrier-Punkts bis zur Rothglühehitze zu bringen: und wenn der Verlust einer so groſsen Quantität Wärme keine Veränderung auf einer Wage hervorbringt, die im Stande ist, bei einem Milliontel des aufgelegten Gewichts Ausschlag zu geben; so läſst sich hieraus wohl mit Sicherheit schlieſsen, daſs alle unsre Versuche, irgend einen Einfluſs der Wärme auf das Gewicht der Körper zu entdecken, vergeblich seyn werden.

VII.

BESCHREIBUNG
verschiedener Verbesserungen am Branntweinbrenner - Geräthe,

von

J. F. Norberg,
Bergrath und Mitglied der Akademien der Wissenschaften und der Künste in Stockholm. *)

Die meisten Geräthschaften, deren man sich bisher beim Branntweinbrennen und überhaupt beim Destilliren bediente, hatten zwar ein hundertjähriges Herkommen für sich, sind aber doch wenig zweckmäßsig, ja manches daran ist offenbar zweckwidrig. Schon vor zwanzig Jahren hatte ich darauf gedacht, sie zur Ersparniss an Kosten, Zeit und Mühe nach den Grundsätzen, welche in dieser Abhandlung aufgestellt sind, und die durch vorläufige Versuche im Grofsen bewährt worden waren, zu verbessern. Als ich 1783 meine ausländischen Reisen antrat, waren in der That 21 solcher verbesser-

*) *Svensk. Vetensk. Academ. nya Handl.*, 1799, *Qu.* 4. Auch von Herrn Plagemann, Rector am deutschen National - Lyceo, einzeln ins Deutsche übersetzt, Stockholm 1800, 21 S., 8. 1 Kupfertafel; und hier aus dieser Schrift, die ich dem Herrn Verfasser verdanke, ins Kurze zusammengezogen.
d. H.

ten Geräthe in vollem Gange, und ich ſtand daher in der Ueberzeugung, ſie würden bald die alten unvortheilhaften ganz verdrängen. Wie groſs war aber meine Verwunderung, da ich nach einer zwölfjährigen Abweſenheit in mein Vaterland zurückkam, und keine Spur meiner Verbeſſerungen mehr vorfand. Es bedurfte ſelbſt dreijähriger Mühe und der unmittelbaren Protection des Königs, um es nur dahin zu bringen, daſs meine Erfindungen für Rechnung der Krone wieder verſucht wurden. Jetzt, da mir ein 25jähriges ausſchlieſsendes Privilegium auf die Fabrication meiner verbeſſerten Geräthſchaft zugeſtanden iſt, hoffe ich indeſs die Hinderniſſe zu überwinden, welche ihnen bisher durch Unwiſſenheit, Vorurtheil, Eigennutz und Machtſprüche erregt wurden. *)

Fig. 1, Taf. V, ſtellt die ganze verbeſſerte Geräthſchaft in Vogel-Perſpectiv, von oben herab ge-

*) Wer ſich eine ſolche verbeſſerte Geräthſchaft anſchaffen will, wird aufgefordert, den Herrn Bergrath Norberg in frankirten Briefen entweder die Gröſse der Branntweinblaſe, die er wünſcht, wonach alles andere proportionirt wird; oder will er ſeine Branntweinblaſe beibehalten, und an ihr die neue Geräthſchaft anbringen, die Dimenſionen der Blaſe und des Kühlfaſſes, die Entfernung beider von einander, und den Weg der Spedition für das Geräth, wiſſen zu laſſen. Auf 1 ſchwed. Kubikfuſs gehn 10 Kannen, und 20 ſchwed. Pfund machen 1 Lieſpfund. *d. H.*

sehn, und Fig. 2 in einem Aufrisse dar, worin das Kupfergeräth von der Seite, das Uebrige nach einem senkrechten Durchschnitte durch die Ebenen *AB* und *CD*, Fig. 1, gezeichnet ist. In beiden Figuren bedeuten einerlei Buchstaben dasselbe. Eine massive Wand trennt das *Brennhaus* vom *Maischhause*, damit in letzterm die zur Gährung nöthige Temperatur desto leichter durch Feuerung erhalten werden möge; sehr bequem läfst sich in letzterm auch eine Malzdarre anbringen, um dieselbe Feuerung doppelt zu nützen. Der *Maischbottig I* ist so grofs, dafs er bei jeder Füllung, es sey auf einer, oder auf mehrere Blasen, oder auf besondere Gefäfse, die dann wohl zuzuspinden sind, ganz geleert wird, und steht so hoch, dafs die Einmaischungsmasse daraus gleich in die Blase rinnen kann. Das kochende Wasser zum Erhitzen der Maische wird in keiner besondern Pfanne, sondern in einer Drank- oder Klärpfanne aufgekocht, und daraus durch eine verdeckte Rinne in das Fafs *K* geleitet, das man dann bis über den Maischbottig aufwindet und beim Erhitzen der Maische abzapft.

Die *Branntweinblase M* mufs so eingerichtet seyn, dafs das Feuer auf sie mit der gröfsten Kraft und Geschwindigkeit wirken könne, dafs sie, (zur Kostensparung,) bei einem gegebenen Inhalte eine möglichst kleine Oberfläche habe, und dafs sie zum Einmauern und zum Arbeiten während des Brennens bequem sey. Diese Eigenschaften scheint ein Cy-

linder, dessen Durchmesser doppelt so groſs als seine Höhe ist, am besten zu vereinigen. Sie wird auf 4 Pfeiler aus Ziegelsteinen gestellt, hängt auſserdem an 4 dazwischen befindlichen Handhaben, und wird hinlänglich dick mit Ziegelsteinen ummauert, als welche die Wärme am mindesten leiten, und daher das Feuer am besten beisammen halten. *) Auch die Brust der Blase wird mit Ziegelsteinen bedeckt, zu denen nur die Einguſsöffnung und der Hals hervorragen; erstere verschlieſst ein hölzerner Deckel *N*. Die Feuerstelle *T* unter der Blase muſs hinreichend groſs seyn, und Luftzug haben, der sich verstärken und schwächen läſst. Damit die Hitze nicht an einer Stelle zu groſs werde, sind zwei Schornsteine *Z* angebracht; wird eine Luke in ihnen geöffnet, so vermindert man dadurch den Zug. Die Flamme an der Feuerstelle zertheilt sich bei *b* in die Feuergänge, und geht in ihnen um die Blase herum, nach den Schornsteinen, und dort steht die Blase auf einer aufwärts gebogenen dicken Eisenplatte, über der Sand und Thon liegt, um das Kupfer, an der Stelle, wo die Flamme am stärksten daran schlägt, gegen das Verbrennen zu sichern. Der

*) Dazu würde Graf Rumfords Methode, die Wärme durch eine Schicht ruhender Luft in der Ummauerung rings um die Blase beisammen zu halten, unstreitig viel empfehlenswerther seyn. Vergl. *Ann. d. Ph.*, III, 331, und IV. *d. H.*

hölzerne Deckel *N*, welcher die Eingufsöffnung der Blase verschliesst, wird von drei eisernen Klammern *c* an seiner Stelle gehalten, und nachdem man die Maischung eingezapft hat, gehörig verstrichen. Doch geht durch seine Mitte eine Oeffnung, durch welche die Maische so lange umgerührt wird, bis sich, bei 40 bis 50° des hunderttheiligen Thermometers, (32 bis 40° R.,) der Geruch des Vorbrandes äufsert. Dann verstopft man diese Oeffnung mit einem Pfropf *d*, und verkleistert sie gehörig. Auch dieser Pfropf ist durchbohrt, damit durch seine 1½ Zoll weite Oeffnung nachgefüllt, oder beim Ueberkochen kaltes Wasser zugegossen werden könne, und ein kleinerer Pflock *e* verschliesst diese Oeffnung. *nnn* sind Stufen aus gegofsnem Eisen, auf denen man längs der Ummauerung zur Blase hinaufsteigt, und sich dabei an den eisernen Handgriff *o* hält. *P* sind gröfsere Tonnenzuber, in welche der Drank oder das Spülwasser aus der Blase abgezapft wird. Diese laufen dann in einer der unter dem Fufsboden befindlichen Rinnen *p*, *p* an ihren Ort aufserhalb der Brennerei.

Der *Wärmemesser*. Die Maische in der Blase darf blofs bis zu dem Grade erhitzt werden, bei welchem sich der Weingeist vom Wässerigen, das in der Blase zurückbleiben soll, möglichst absondert. Es ist daher wichtig, die Hitze nicht höher, als gerade bis auf diesen Punkt zu treiben, sonst geht zu viel

Waſſer mit über. Um dieſes zu beurtheilen, iſt in der Bruſt der Blaſe, Fig. 3, *ff*, eine kupferne Hülſe *a* angebracht, welche bis in die Maiſchung unter *bc*, wenn ſie zu kochen anfängt, hinabgeht. Sie wird voll Waſſer gefüllt, das bis auf wenige Grade einerlei Temperatur mit der Maiſche annimmt. In dieſe Hülſe wird eine kleinere, gleichfalls mit Waſſer gefüllte, und mit einem hölzernen Handgriffe *e* verſehene Kupferröhre *d* geſetzt, in der ein hunderttheiliges, (*Celſiusſches*,) Thermometer, mit bedeckter Kugel und durchbrochener Skale von Meſſing ſteht. Die Skale bezeichnet alle Punkte, die beim Brennen in Obacht zu nehmen ſind; das Thermometer bleibt immer im Waſſer, und wird, will man es beſehn, in der engern Kupferröhre, mittelſt des hölzernen Handgriffs, herausgehoben. Man ſieht dieſen Wärmemeſſer auch in Fig. 1 bei *g*. Nach meiner noch unvollkommenen Erfahrung fängt der *Vorbrand* zwiſchen 60 und 70°, (48° bis 56° R.,) an überzugehen oder zu rinnen, und wird anfänglich nicht wärmer als 86 bis 92°, am Ende 95 bis 96° der hunderttb. Skale, da dann der *Lutter* übergeht. Wie viel Hitze die in der Blaſe kochende Maiſche annimmt, iſt indeſs noch nicht beſtimmt. — Beim Uebergehen des *Lutters* fängt er an mit 70° zu rinnen, muſs nicht viel über 80° erhitzt werden, und mit 93 bis 94° aufhören. Beim *Abklären* fängt das Uebergehen ein wenig über 60° an, wird nahe über 80 fortgeſetzt, muſs aber am Ende nicht über 90°

Wärme annehmen, so lange es noch auf Spiritus ankommt.

Der *Wächter*. Da die Maische, bei unvollkommener Gährung und bei Nachlässigkeiten in der Wartung des Feuers, statt in der Blase bloss aufzukochen, zuweilen überkocht, oder, wie man zu sagen pflegt, *übergeht;* so hielt ich es für nöthig, eine Vorrichtung anzubringen, durch die man von dieser bevorstehenden Gefahr benachrichtigt werde, und die zugleich allen aus dem Uebergehen herrührenden Schaden hindere. Man sieht diese Vorrichtung, welche ich den *Wächter* nenne, bei *f*, und in Fig. 4 besonders, nach einem vierfach grössern Maassstabe, in einem vertikalen Durchschnitte gezeichnet. Die Röhre *A* geht unter der Brust der Blase bis unter die Oberfläche der Maische *ba* hinab, und in ihr schwimmt auf der Maische eine Kugel oder ein Cylinder von Holz oder aus Kupferblech *c*, welche den Draht *d* trägt, der beim Steigen der Maische über dem Loche bei *e* hervortritt. Sollte man dem Ueberkochen, welches bei diesem Ansteigen des Drahtes bevorsteht, nicht zuvorkommen können, so nimmt man den Pfropf am Ende der Röhre *B*, (*f*, Fig. 1, 2,) die in der Zeichnung abgebrochen ist, weg, der ohnedies verkleistert ist.

Der *Dampfleiter* und *Dampfkühler*. Der Zweck des *Huts* oder *Helms*, dessen man sich bisher beim Destilliren bediente, war, die beim Kochen sich

entwickelnden Dämpfe zu ſammeln und zur Vorrichtung, wo ſie ſich abkühlen, zu leiten. So lange der Helm eine niedrigere Temperatur als die Blaſe hat, condenſirt er die Dämpfe, worauf die kalten Tropfen, (die ausgenommen, welche bei einer gut gewählten Form des Huts an der gewöhnlichen Falze abgeleitet werden,) kalt in die Blaſe zurückfallen und dadurch das Kochen verhindern; weshalb es weder beim Anfange noch beim Fortgange des Kochens Nutzen bringen kann, den Helm ſehr groſs zu machen. Nimmt er aber eine ſolche Hitze an, daſs er die Dämpfe nicht mehr condenſirt, ſo raubt er die Wärme nach Maaſsgabe ſeiner Oberfläche, indeſs er die Dämpfe nur nach Maaſsgabe ſeiner Ableitungsröhre ableitet. Aus dieſen Gründen konnte ich den Helm mit beſtem Erfolge *ganz abſchaffen.* Statt ſeiner bringe ich eine bloſse Ableitungsröhre *h* an, die ich den *Dampfleiter* nenne, und die ſo groſs ſeyn muſs, daſs alle ſich entwickelnde Dämpfe ohne Hinderniſs durch ſie bis zur Vorrichtung des Abkühlens kommen können. Dieſer *Dampfleiter* iſt in Fig. 5 bei *B C* abgebildet, ſitzt am Halſe *B* der Blaſe, (welcher aus dem hintern Theile der Bruſt nach dem Kühlfaſſe zu hervorragt,) hat keine Falze, und wird möglichſt klein gemacht. Die punktirten Linien über *B* zeigen die ſonſtige Bildung des Helms, deſſen Hügel oder Calotte, als ein Kugelſegment, die verdichteten Tropfen nicht in die Falze oder Rinne bei *e* leiten kann, weil ſie

zu solcher Absicht kegelförmig wie *fgf* seyn, und eine Neigung von wenigstens 30° haben müßte. Auch fallen die Tropfen, die sich zu Anfang unter der Falze bei *B* bilden, in die Blase zurück. In den Kronbrennereien findet man solche Helme, die 200 Kannen fassen. Fig. 9 stellt einen hölzernen Helm vor, dergleichen man sich in allen größern Brennereien, die ich in Rußland gesehen habe, bedient, und der meine Behauptung von der schicklichsten Gestalt des Helms zu bestätigen dient.

Die bisherige Einrichtung zum Abkühlen bestand aus langsam sich verengernden Röhren, die durch Wasser gingen. Eine gerade konische Röhre nannte man eine *Pfeife*; eine spiralförmige, die in einer Spirallinie an den Wänden des Kühlfasses umherlief, eine *Schlange*; in den Kronbrennereien findet man sie 30 bis 80 Ellen lang. Nun aber ist, nächst der sphärischen Gestalt, keine zu Abkühlungswerkzeugen unschicklicher, als diese bisher gebrauchte, so lange nämlich die Absicht dabei dahin gehen muß, bei einer gegebenen Menge Kupfer die größtmögliche Oberfläche mit dem Wasser in Berührung zu bringen. Daher habe ich mit großem Vortheile der parallelepipedarischen Gestalt den Vorzug gegeben, und zu diesem Abkühlen ein Werkzeug angebracht, welches ich den *Dampfkühler* nenne, und das so geräumig und dabei von einer

so grossen Oberfläche ist, dass es alle ihm zugeführte Dämpfe aufnehmen, und ihnen beim Durchgehn so viel Wärme entziehn kann, dass sie in den Zustand tropfbarer Flüssigkeit übergehn, ohne dabei eine schädliche Verdampfung zu veranlassen.

Dieser Dampfkühler ist in Fig. 1 und 2 bei *i* und in Fig. 5 bei *abcb* abgebildet. In letzterer stellen *a*, *a*, *a*, *a* starke eiserne Stangen vor, welche durch kupferne Krampen gesteckt, und an die Seitenwände des Dampfkühlers fest geniethet und gelöthet sind; sie dienen, zu verhindern, dass diese Seitenwände nicht durch den Druck des umher befindlichen Wassers zusammengedrückt werden, und sind mit ihren Enden an die Hölzer *bb* fest genagelt. Die obere Oeffnung *c*, welche mit einem Pfropfen verstopft und verkleistert wird, so wie die Eingangs- und Ausgangsöffnungen für die Dämpfe, *C* und *G*, dienen, den Dampfkühler überall zu reinigen. Fig. 6 stellt einen horizontalen Durchschnitt desselben, durch die Ebene *DC*, und Fig. 7 einen senkrechten Durchschnitt durch die Ebene *EF*, (Fig. 5,) vor. Im Kühlfasse wird der Dampfkühler zwischen zwei Bretter befestigt. Ob er völlig wasserdicht ist, untersucht man durch Wasser, das man zum Dampfleiter, wie durch einen Trichter hineingiesst. Doch müssen dabei die Seiten des Dampfkühlers einen Gegenhalt haben, damit sie sich nicht aus einander begeben. Dass er vom Wasser im Kühlfasse nicht zu-

sammengedrückt wird, verhindern die gegen einander passenden Riffeln, die sich auf dessen langen Seiten befinden. Dampfleiter und Dampfkühler von meiner Einrichtung sind auf hiesiger Kronbrennerei für Blasen, die über 850 Kannen hielten, sowohl beim Drank- und Lutterbrennen als beim Aufklären, mit Vortheil versucht worden.

Das *Kühlfass A*, Fig 5, und *Q*, Fig. 1, 2, worin der Dampfkühler ringsum von Wasser umgeben steht, ist aus Brettern zusammengeschlagen, und wird am schicklichsten ausserhalb der Brennerei gestellt, wie in Fig. 1, 2, um das Gepläntscher, die Dämpfe und die Fäulniss desselben innerhalb zu vermeiden. Je grösser man es nimmt, desto besser; zum wenigsten muss es so gross seyn, dass man während des Brennens das Kühlwasser nicht umzugiessen braucht. Das Kühlwasser kömmt mitten im Boden desselben, von unten, mittelst der kupfernen Röhre *d*, (*w*, Fig. 1, 2,) hinein, vertheilt sich im Aufsteigen um den Dampfkühler, verschluckt aus ihm die Wärme, und fliesst dann aufwärts zu beiden Seiten wieder aus den Röhren *r* oder *s* hinaus. Der hoch stehende Behälter *R*, Fig. 1, 2, führt das kalte Wasser dem Kühlfasse und auch dem Maischhause, letzterm durch die hölzerne Röhre *S*, zu, und das Kühlfass ist so hoch, dass das zu oberst durch die Röhre *r* ablaufende warme Wasser, mittelst eines seitwärts eingesetzten Trichters, sich in den Maischbottich leiten

lässt,

läſst, um ihn auszuſpülen, oder auch zum erſten Einweichen. (Zur Erhitzung der Maiſche dient aber das kochende Waſſer aus dem Gefäſse *K.*) Durch eine tiefer angebrachte Abzugsröhre *s* kann die *Pfanne* aus dem Kühlfaſſe mit warmen Waſſer gefüllt werden. Das Waſſer, welches aus der Röhre *r* abtröpfelt, fällt gerade auf den *Dampfleiter*, und dieſer iſt mit Lumpen bewunden, damit dadurch zur Abkühlung der Dämpfe beigetragen werde. Ein an den Dampfleiter angelötheter Kragen verhindert, daſs dieſes Waſſer der Lutirung nicht ſchade, und was vom Dampfleiter wieder herabtröpfelt, fängt die *flache Röhre t* auf, und leitet es aus dem Brennhauſe.

Die um das Kühlfaſs punktirten Linien, Fig. 1, 2, zeigen die Gröſse, die es haben müſste, falls man es niedriger wünſchte, damit ein an den obern Boden des Dampfkühlers angeſetzter Hals, in den man den Dampfleiter ſteckte, über den Rand des Kühlfaſſes hinausgehen könne, um durch ihn den Kühler zu reinigen, ohne ihn aus dem Waſſer zu heben. Die *Bucht u* im Kühlfaſſe beſteht aus zwei hölzernen Gittern, die mit Haken an den Seiten des Kühlfaſſes feſt gehalten werden. Braucht man zur Abkühlung Eis, ſo füllt man es da hinein, damit das frühere vom ſpäter eingelegten niedergedrückt werde. Für Blaſen von weniger als 30 Kannen, iſt ein Tonnenfaſs zum Kühlfaſſe hinlänglich groſs, beſonders

wenn Eis oder Schnee zum Abkühlen gebraucht wird.

Eine *kupferne Röhre kkk*, Fig. 1, 2, führt den im Dampfkühler condensirten Vorbrand, Lutter oder Spiritus, aus dem Dampfkühler wieder in die Brennerei zurück ins lose Gefäfs *O*, oder noch besser mittelst daran gesetzter Röhren *ll*, in die in den Fufsboden eingemauerten Gefäfse *LL*, aus welchen sich der Vorbrand oder Lutter mittelst einer *kupfernen Pumpe q* wieder in die Pfanne, und der Spiritus in Tonnen u. s. w. heben läfst. Die Röhre *kk* ist nahe am Kühlfasse mit Oehren versehen, und wird an demselben durch Haken fest gehalten.

Damit nicht bei zu starker Feuerung oder Ueberheizung Weingeistdämpfe verlohren gehen, habe ich die Geräthschaft mit einer eignen Vorrichtung bereichert, die ich *den Dampfbewahrer* nenne, und die an das Ende der Röhre *kk*, welche aus dem Dampfkühler geht, angesteckt wird. Man sieht f. VI. sie Fig. 8 nach einem viermahl gröfsern Maafsstabe gezeichnet. Die Röhre *a* wird auf die Röhre *k*, Fig. 1, gesteckt, doch nicht eher, als bis die Blase zu rinnen anfängt, und mittelst Haken, welche in die Oesen *e* eingreifen, daran fest gehalten. Sie geht in die Büchse *b*, bis nahe an den Boden derselben herab, und diese Büchse wird bis an den untern Rand der Auslaufsröhre *c* mit Branntwein gefüllt. Die noch nicht condensirten Dämpfe, welche auf

liefe Art durch den kalten Branntwein in der Dofe
teigen müffen, verdichten fich darin ficher, und
o wird aller fchädlichen Verdünftung vorgebeugt.
Die Röhre *d* dient, den Geruch des Dampfes zu un-
erfuchen; fie wird während des Ueberziehens ver-
topft gehalten. *)

* * *

Nach den hier angegebenen Gründen und auf
lie befchriebene Art habe ich mehrere Brenne-
eien mit vielem Vortheile angelegt, befonders eine
n Weftmannland, (nach der die Zeichnung Taf. VI
emacht ift,) wo aus gemifchtem Malze und Gerfte,
ie in einer Feuersbrunft befchädigt worden waren,
nd woraus man fonft nur 10, höchftens 12 Kannen
er Tonne übergetrieben hätte, 14 bis 15 Kannen
ranntwein aus der Tonne erhalten, und zu 4 Ton-
en nicht mehr Feuerungs-Materialien, als fonft

*) Alle diefe Werkzeuge können auch bei kleinern tragbaren Deftillirblafen angebracht werden, die, wenn nur die Maifchung gehörig behandelt wird, eben fo viel Branntwein als die grofsen geben müffen. Für den erfahrnen Brenner find der Wächter und der Wärmemeffer minder wichtig. Bei kleinern Blafen wird die Oeffnung nur mit einem hölzernen Deckel zugemacht, worin ein Loch für den Dampfleiter ift, der freilich bei jeder neuen Füllung herausgenommen werden mufs. *N.*

bei einer Tonne verbrannt wurden. Seitdem das Branntweinbrennen, unglücklicher Weiſe, ein nationelles Geſchäft geworden iſt, bleibt dem Privatmanne nichts übrig, als dazu beizutragen, daſs darauf die mindeſt mögliche Menge Kupfer, Korn, Holz, Zeit und Arbeit verwendet werde. Nach der bisher allgemein gebräuchlichen Weiſe, zu brennen, werden nur 12, höchſtens 16 Kannen Branntwein aus der Tonne erhalten, und ſo werden jährlich 2 bis 300000 Tonnen verbrannt. Welcher Gewinn für den Staat, wenn auch nur ¼ an Korn, und noch mehr an Zeit, Arbeit und Feuerung erſpart wird! Nach den bisherigen Verſuchen haben aber die von mir erdachten Werkzeuge zum Branntwein-Deſtilliren, vor den gewöhnlichen folgende Vorzüge:

1. Wiegen ſie an Kupfer nur ⅙, höchſtens ¼ ſo viel als die alte Geräthſchaft, ſind leichter zu verfertigen, und dennoch dauerhafter.

2. Geben ſie, wenn der *Klärungs-Dampfkühler* inwendig verzinnt iſt, geſundern Branntwein, beſonders da meine Dampfkühler inwendig leicht gereinigt werden können. Auch iſt der Dampfkühler, der nur aus 7 bis 8 Stücken beſteht, und nicht mehr als 1, höchſtens 3 Löthungen längs ſeinen Seiten hat, weit leichter als eine Schlange auszubeſſern, und allenfalls kann ein Leck im Kühlfaſſe ſelbſt ausgebeſſert werden, ohne ihn herauszunehmen.

3. Erfordern meine Geräthschaften mindern Aufwand an Feuerung, auch weniger Wasser zum Abkühlen.

4. Sie sind sicherer und bequemer im Gebrauche; und tragen vieles dazu bei, den schlechten Geschmack des Branntweins, durch das sogenannte Anbrennen, zu verhindern.

5. Gehn dabei weniger Dämpfe im Aufkochen und Abrinnen verlohren, wodurch man mehr Branntwein erhält.]

VIII.

ERFINDUNGEN

des Bürgers PAJOT - DESCHARMES, *Directors der Spiegel - Manufactur von Tourlaville bei Cherbourg.* *)

Soudage. Descharmes vereinigt 1. Stücke Spiegelgläser, die durch gewöhnliche oder sternförmige, gerade oder krummlinige Brüche entstanden, und meist ohne allen Werth sind; 2. mehrere kleine Spiegel zu einem großsen, ohne schädliche, die Strahlen brechende und die Bilder verzerrende Fugen, dessen Werth noch einmahl, oder selbst viermahl so hoch, als der Werth der einzelnen vereinigten Spiegel ist.

Débouillonnage. Er macht eine Menge länglicher oder runder Bläschen verschwinden, womit manche Spiegelgläser so überdeckt sind, dass sie sich nicht verkaufen lassen.

Décolorage. Er benimmt den Spiegeln den unangenehmen violetten Teint, der den Verkauf hin-

*) *Journal de Physique*, tome 6, p. 305, aus einer dem National - Institute vorgelesenen Abhandlung des Erfinders *sur le soudage, le débouillonnage, le décolorage et le laminage des glaces*, und aus dem Berichte der Bürger Darcet, Guyton und Chaptal, welchen die Untersuchungen dieses eben so interessanten als neuen Kunstzweigs übertragen war. *d. H.*

dert, und giebt ihnen dafür einen mehr gefälligen und modischen.

Laminage. Diese hat drei wichtige Vortheile. 1. Sie ergänzt die Löthung, macht sie haltbar, und kann selbst alle Spuren derselben verwischen. Dies zeigt sich, wenn man einen Spiegel, der blofs gelöthet ist, mit einem, der nach dem Löthen noch laminirt ist, vergleicht. In dem letztern war die Fuge zwischen den vereinigten Stücken kaum zu sehn, und in einem andern selbst an einer Stelle ganz verschwunden. 2. Zerstört sie eine Menge Bläschen, die sich beim blofsen Löthen noch erhalten haben, rundet die länglichen ab, die ihr, weil sie zu tief in das Glas hineingehn, widerstehen, und verkleinert ihre Oberfläche. 3. Sie vergröfsert die Länge und Breite der Spiegel, so weit es die Dicke derselben zuläfst. Ein Spiegel, der vorgewiesen wurde, war von 0,38 und 0,30 bis auf 0,48 und 0,38 ausgelaufen, wodurch der Preis desselben verdoppelt wurde.

Solidité du Soudage. Die Löthung wird haltbarer als die Spiegelmasse selbst. Als man die gelöthete Fuge auf eine scharfe Unterlage legte, und den Spiegel zu beiden Seiten derselben drückte, brach er nicht in der Fuge, sondern nebenbei, wie ein beiliegender, aus einem hellen und dunkeln Glase zusammengelötheter, Spiegel bewies.

Auf Antrag der Commissairs zur Untersuchung dieses neuen Kunstzweigs, empfahl ihn das Natio-

nal-Institut ehrenvoll dem Minister des Innern, und liefs die Probestücke von Spiegeln, welche als Belege dem Institute zugleich mit der Abhandlung waren vorgelegt worden, öffentlich unter den Producten der französischen Industrie ausstellen, und dann in seiner Kunstsammlung niederlegen. Die Proben fanden den ganzen Beifall des Pariser Publikums.

ANNALEN DER PHYSIK.

FÜNFTER BAND, DRITTES STÜCK.

I.

BESCHREIBUNG
eines Hygrometers, welches auf richtigern Grundsätzen als alle bisherigen beruht, und eines neuen Photometers,

von

JOHN LESLIE
in London. *)

Derselbe Gedankengang führte mich auf diese beiden Instrumente, die in ihrer Gestalt sich gleich, im Gebrauche aber verschieden sind. Die Grund-

*) Aus Nicholson's *Journal of Nat. Philos.*, Vol. 3, p. 461 — 467 und p. 518. Leslie schrieb diesen Aufsatz im Juli des vorigen Jahrs zu Hamburg, in der Absicht, ihn in den gelehrten Zeitschriften Deutschlands bekannt zu machen, (dieses ist, so viel ich weiss, nicht geschehn; in den Annalen der Physik, für die er ganz eigentlich passte,

sätze, denen gemäſs ſie eingerichtet wurden, haben ſich durch die Erfahrung vollkommen bewährt, ſetzen aber, wenn man ſie deutlich entwickeln ſoll, verſchiedene ſchwierige und wichtige phyſikaliſche Unterſuchungen voraus, für die beide Inſtrumente auf das glücklichſte berechnet ſind. Da ich ſie für eine ſchätzbare Vermehrung unſers phyſikaliſchen Apparats hielt, lieſs ich mir ihre Vervollkommnung ſehr angelegen ſeyn, und durch ausdauernden Fleiſs iſt ſie meinen Wünſchen gemäſs gelungen. Ich halte es daher für Pflicht, dieſe Inſtrumente ohne weitern Verzug dem Publiko bekannt zu machen. Die ganz neuen Unterſuchungen und Beobachtungen aber, die ich mittelſt ihrer angeſtellt habe, werde ich hier nicht beſchreiben, weil ſie zu weitläuftig ſind, und einen Theil des Werkes ausmachen werden, das ich in Kurzem der Preſſe zu übergeben denke, und das, wie ich hoffen darf, eine Menge neuer Anſichten in der Phyſik öffnen wird. Gegenwärtig will ich nur ganz kurz den Gang der Ideen angeben, die mich auf die Erfindung dieſer beiden Inſtrumente leiteten; die Art, wie ſie zu verfertigen ſind, auf das genaueſte beſchreiben, und im Allgemeinen die

würde ich ihm gern eine Stelle eingeräumt haben,) und ſah ihn, bevor er engliſch gedruckt wurde, nochmals durch. Iſt Alles, was Leslie von ſeinem Inſtrumente und den Beobachtungen damit ausſagt, der ſtrengen Wahrheit gemäſs, ſo würden ſeine Entdeckungen zu den wichtigſten in der Phyſik gehören. *d. H.*

Unterſuchungen erwähnen, für die ſie durch ihre Empfindlichkeit und ihren bequemen und leichten Gebrauch beſonders geſchickt ſind.

Die Lectüre der ſehr ſcharfſinnigen *Theorie des Regens*, welche wir dem ſel. D. Hutton verdanken, *) richtete meine Aufmerkſamkeit zuerſt auf die *Hygrometrie*. Die Verwandtſchaft der Luft zur Feuchtigkeit, in ſo fern ſie durch die Wärme verſchiedentlich modificirt wird, erkannte man bald als ein ſehr wichtiges Agens in der Oekonomie der Natur; nur fehlte es an Mitteln, den jedesmahligen Zuſtand der Atmoſphäre in dieſer Hinſicht zu beſtimmen. Bei der Unvollkommenheit, faſt möchte ich ſagen, der gänzlichen Untüchtigkeit, der Inſtrumente, die man bisher zu dieſem Endzwecke erdacht hat, überzeugte ich mich bald, daſs ſich ihre Einrichtung *auf willkührliche Annahmen, ja auf ganz irrige Hypotheſen ſtütze*. Ich gab daher alle die Kunſtmittel auf, durch die man bisher zu Hygroſkopen zu gelangen ſuchte, und forſchte nach andern Grundſätzen, um, wo möglich, auch in dieſem Theile der Phyſik mathematiſche Genauigkeit einzuführen, durch welche allein ſich wahre Wiſſenſchaft begründen läſst. Eine Prüfung deſſen, was vorgeht, wenn die Luft auf eine feuchte Oberfläche einwirkt, ſchien mir hierzu die beſten Ausſichten zu verſprechen.

*) Ueberſetzt aus den *Transact. of the Roy. Soc. of Edinb.*, Vol. 1, 1788, 4., in Gren's *Journal der Phyſik*, Band 4, S. 413.

Es ist bekannt, dass die Verdünstung Kälte hervorbringt; aber die Natur dieses Prozesses und die wahren Bedingungen, die diese Wirkung bestimmen, sind noch nicht erforscht. Wasser, das der freien Luft ausgesetzt wird, leidet durchs Verdünsten einen fortdauernden Verlust, muss also auch beständig einen entsprechenden Antheil Wärme verlieren, und die Temperatur der feuchten Masse müsste sich auf diese Art fortschreitend und ohne Grenzen vermindern. Dieses ist aber nicht der Fall, da die erzeugte Kälte nie gewisse Grenzen überschreitet. Offenbar muss also die verdünstende Masse zuletzt aus einer andern Quelle wieder Wärme *empfangen*, und zwar in eben dem Grade, wie sie ihre eigne *verliert*. Die Art, wie dieses geschieht, ist nicht schwierig einzusehen. Jeder Antheil Luft, der, indem er sich mit Feuchtigkeit schwängert, die Oberfläche des Wassers berührt, muss bis auf denselben Grad, den diese hat, abgekühlt werden, und also sein Uebermaass an Wärme der Wasserfläche abtreten. Da nun der immer wiederhohlte *Wärmeverlust* des Wassers durchs Verdünsten stets gleich gross ist, so muss, (wegen zunehmender Temperatur-Verschiedenheit des Wassers und der Luft,) die Wärmemenge, welche dagegen das Wasser aus der mit Feuchtigkeit sich schwängernden Luft *erhält*, beständig zunehmen, bis endlich diese Zunahme jenem Wärmeverluste das Gleichgewicht hält, da denn die Temperatur der feuchten Oberfläche sich unverändert auf dem Punkte erhält, bis zu welchem sie

bis dahin hinabgesunken ist. Jeder Antheil Luft aber muss, indem er sein Uebermaass an Wärme abtritt, so viel Wasser auflösen, als zu seiner Sättigung gehört, mithin eine Quantität Wärme wegnehmen, welche dieser Feuchtigkeit proportional, und nöthig ist, sie in Gasgestalt und in Verbindung mit der atmosphärischen Luft zu erhalten. Da diese beiden wirkenden Ursachen zuletzt einander gleich werden, so kann die eine der andern zum Maasse dienen, und folglich *die durchs Verdünsten erzeugte Kälte genau die Trockenheit der Luft*, *und den Grad*, *um welchen sie vom Sättigungspunkte absteht*, *messen*. Die Wirkung dieses Prozesses hängt, wie man hieraus sieht, lediglich von der Beschaffenheit der Luft ab, und wird durch Bewegung oder oftmahliges Erneuern der sich berührenden Oberflächen nicht im mindesten modificirt. Diese Mittel können nur den Zeitpunkt des Gleichgewichts beschleunigen, gerade so wie Thermometer, die ihren Stand ändern, im Winde eher als bei stiller Luft auf den gehörigen Grad kommen, ohne dass dieser doch in beiden Fällen verschieden wäre.

Man bemerke, dass dieses ganze Raisonnement von aller Hypothese unabhängig ist. Auf was für eine Art auch der Prozess des Verdünstens vor sich gehn möge; unser Hauptschluss bleibt immer richtig giebt man nur zu, dass das Zuführen der Wärme und das Auflösen der Feuchtigkeit gleichzeitige Wirkungen sind. Selbst, wenn man es als möglich annehmen wollte, dass die Luft in völliger Ruhe um

die feuchte Maſſe ſchwebend bliebe und die Feuchtigkeit ſich durch die an einander grenzenden Schichten derſelben durchzöge, bliebe das Reſultat unverändert, ſofern nur auch die Wärme ſich durch daſſelbe Medium fortpflanzte. In der That aber wird die Luft, ſo wie ſich ihre Elaſticität beim Aufnehmen der Feuchtigkeit vermehrt, ſchnell von einer andern Luft-Portion, die an ihre Stelle tritt, verdrängt, und ſo eine beſtändige Circulation in der Luft bewirkt.

Um die Trockniſs oder Feuchtigkeit der Luft zu erfahren, hat man daher weiter nichts nöthig, als *die Temperatur-Veränderung einer iſolirten, von allen Seiten der Verdünſtung ausgeſetzten Waſſermaſſe zu beobachten.* Dieſen Grundſatz ſtellte ich zuerſt im Jahre 1790 auf. Meine damahlige Lage gab mir Alles, was ich nur wünſchen konnte, an die Hand, ihn wirklich in Anwendung zu bringen. Ich lebte bei dem ſel. Wedgwood, deſſen Talente und Eifer für die Vervollkommnung der Wiſſenſchaften mich nicht wenig in meinen Bemühungen anſpornten, und deſſen berühmte Manufaktur ich dabei benutzte.

Ich verſchaffte mir einen kleinen Becher aus unglaſirtem Biscuit, welches ganz porös und faſt ſchwammartig, (*bibulous*,) iſt, in der Gröſse und Geſtalt eines Tauben-Eies, hing ihn an einem Seidenfaden frei auf, und füllte ihn mit Waſſer. Daneben wurde ein ſehr kleines empfindliches Thermometer angebracht, deſſen Theilung bis auf Zehntel-

grade ging, und mittelst einer besondern Einrichtung den Unterschied zwischen dem anfänglichen und dem nachherigen Stande angab. Wurde es in den Becher eingetaucht, so fiel das Quecksilber schnell und bezeichnete an der Skale die Temperatur-Verminderung, die das Wasser durch Verdünstung erlitten hatte; mithin auch den Grad der Trocknifs der umgebenden Luft. Dieses doppelte Instrument entsprach beim Gebrauche seiner Bestimmung vollkommen, und ich habe mich seiner zwei Jahre hindurch häufig bei meteorologischen Beobachtungen und andern Untersuchungen bedient. — Doch blieb ich damit nicht ganz zufrieden, weil es zu sehr zusammengesetzt war und viele Aufmerksamkeit beim Gebrauche erforderte.

Die *Zunahme in der Elasticität der Luft*, wenn sie Feuchtigkeit auflös't, bot mir ein anderes Hülfsmittel dar, den Grad ihrer Feuchtigkeit zu bestimmen. Ihre Elasticität zu messen, diente mir ein einfaches Instrument, welches seinem Endzwecke in nicht minderm Grade als das vorige entsprach, und das, brauchte ich es gleich in der Folge nicht mehr zu dieser seiner anfänglichen Bestimmung, mir doch vom gröfsten Nutzen war, um die kleinen Veränderungen im Volumen chemisch sich verbindender Massen zu entdecken, die sich mit keinem andern Instrumente so beobachten lassen.

Im strengen Winter von 1795 hatte ich die Gelegenheit wahrgenommen, Versuche über die Verdünstung des Eises und über die Kälte, welche da-

bei entſteht, anzuſtellen. Statt das Thermometer in einen Eisklumpen zu befeſtigen, bedeckte ich die Kugel deſſelben mit einer Eiskruſte, indem ich ſie wiederhohlt mit Waſſer beſprengte und dieſes frieren liefs; zugleich war in derſelben Lage ein zweites correſpondirendes Thermometer mit unbedeckter Kugel angebracht. Mit Erſtaunen bemerkte ich, wie ſchnell und gleichmäſsig der Unterſchied in beider Stand ſein Maximum erreichte, indem die Verdünſtung eines kleinen Eishäutchens hinreichend war, die ganze Maſſe des eingeſchloſſenen Queckſilbers bis auf den feſten Grad, (*to its proper ſtandard*,) zu erkälten. Bedenkt man indeſs, wie auſserordentlich viel Wärme dazu gehört, einen verhältniſsmäſsig nur kleinen Theil einer verdünſtbaren Subſtanz in Gasgeſtalt umzuwandeln, *) ſo wird dieſes begreiflich.

Da, nach dem Vorigen, zwei Thermometer, die mit irgend einer expanſibeln Flüſſigkeit, es ſey mit Queckſilber, oder Alkohol, oder Luft, angefüllt ſind, wenn die Kugel des einen benetzt wird, während die des andern trocken bleibt, durch die Verſchiedenheit ihres Standes die Beſchaffenheit der Luft in Abſicht der Feuchtigkeit angeben; ſo ſchien mir zu einem vollkommenen *Hygrometer* weiter nichts

*) In einer Waſſermaſſe wird durch die Verdünſtung von weniger als dem 500ſten Theile ihres Gewichts eine Kälte von einem Grade der hunderttheiligen Skale hervorgebracht. *L.*

nöthig, als zwei correſpondirende Thermometer ſo mit einander zu verbinden, daſs ſie weiter nichts als den Unterſchied in ihrer Temperatur anzeigten. Glücklicher Weiſe kam ich auf den Gedanken, zu dem Ende zwei hohle Glaskugeln mittelſt einer engen Röhre zu verbinden, und in dieſe ein wenig von einer gefärbten Flüſſigkeit zu füllen. Ohne Dazwiſchenkunft einer beſondern Urſache muſs dieſe Flüſſigkeit in Ruhe beharren; denn wenn die Temperatur, mithin auch die Elaſticität der Luft, in beiden Kugeln dieſelbe iſt, ſo muſs der Druck beider auf die Flüſſigkeit ſich genau das Gleichgewicht halten. Wenn aber durch die Einwirkung der äuſsern Luft auf die befeuchtete Oberfläche der einen Kugel, die Luft in dieſer kälter wird, ſo muſs nun, vermöge der gröſsern Elaſticität der wärmern Luft in der andern Kugel, die Flüſſigkeit nach jener zu gedrückt werden, ſo daſs es möglich ſeyn wird, die durch das Verdünſten bewirkte Erniedrigung der Temperatur durch die Annäherung der Flüſſigkeit an die erſtere Kugel zu meſſen. *) Dieſe Vorrichtung glückte mir auf das beſte; wiederhohlte Verſuche belehrten mich über die vortheilhafteſte Geſtalt und Gröſse derſelben; und während dieſer

*) Dies ſetzt voraus, daſs bei gleichen hinzukommenden Wärme-Quantitäten die Luft ſich gleichförmig ausdehnt; eine Vorausſetzung, die zwar nicht in aller Strenge richtig iſt, jedoch weit weniger von der Wahrheit abweicht, als manche behauptet haben. Die Verſuche ſtimmen nicht einmahl darin

Versuche kam ich auf die Entdeckung des nachher zu beschreibenden *Photometers*. In der Folge traf ich noch eine Veränderung in der Einrichtung dieses Instruments, um es bequem tragbar zu machen, und dieses glückte mir zuletzt so, dass, wenn es einmahl adjustirt ist, es durch unvorsichtige Behandlung schwerlich in Unordnung gerathen kann.

Noch kam es darauf an, eine gefärbte Flüssigkeit ausfündig zu machen, die ihre Farbe unverändert beibehielt, und die bei keiner Veränderung der Temperatur weder durch Aufnehmen noch Abtreten von Feuchtigkeit die Elasticität der durch sie verschlossenen Luft modificirte. Eine mit Karmin gefärbte alkalische Lauge schien mir anfangs dieser Forderung am besten zu entsprechen; ich fand aber, dass sie bei starkem Lichte allmählig ihre Farbe veränderte, und sich zugleich etwas nach der Kugel hin bewegte, der sie die gröste Oberfläche darbot. Da mir dieses ein Beweis schien, dass der Sauerstoff der eingeschlossenen Luft sich mit dem färbenden Stoffe vereinige und damit einen Niederschlag bilde; so füllte ich die Kugeln statt mit gemeiner Luft, mit *Wasserstoff-Gas*. Und dieses scheint meiner Erwartung vollkommen zu entsprechen; denn nach den

überein, ob diese Ausdehnungen eine auf- oder absteigende Reihe bilden. Auf jeden Fall wird aber in der engen Röhre diese Abweichung von einem gleichförmigen Gange ganz und gar unmerklich.
L.

Verſuchen, die ich beinahe ſeit zwei Monaten in der helleſten Jahreszeit angeſtellt habe, glaube ich mit Zuverläſſigkeit auf die Dauerhaftigkeit der Farbe rechnen zu dürfen. *)

Ich will nun das *Hygrometer* ſelbſt beſchreiben, und zwar ſo, daſs jeder Kunſtverſtändige im Stande ſey, es nach dieſer Anweiſung zu verfertigen. Ueberdies iſt es in Fig. 1, Taf. VI, in ſeiner wahren Gröſse abgebildet.

An das eine Ende einer dünnen, 4 bis 8 Zoll langen, durchgängig gleich weiten Röhre, von $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{60}$ Zoll Durchmeſſer, wird eine Kugel von ſchwarz, blau oder grün gefärbtem Glaſe, $\frac{4}{10}$ oder $\frac{6}{10}$ Zoll im Durchmeſſer, angeblaſen, und die Röhre ſo einwärts gebogen, daſs der hinterſte Theil der Kugel in gerader Linie mit der ihr zunächſt liegenden geradlinigen Seite der Röhre ſteht. Eine zweite, etwas kürzere, Röhre, die mit der vorigen

*) Beſſer wäre es unſtreitig, lieſsen ſich die Kugeln mit atmoſphäriſcher Luft füllen, und fände ſich eine Säure oder ein flüſſiges Alkali, welches ihr weder Feuchtigkeit mittheilte noch entzöge, und das bei der vereinigten Wirkung des Lichts und des Sauerſtoffs ſeine Farbe unverändert behielte. Wenigſtens möchten Metall-Auflöſungen dieſe Eigenſchaft haben. Kürzlich verſuchte ich Indigo in Schwefelſäure aufgelöſt; es ſchien ganz gut zu gehn, doch läſst ſich im Winter-Solſtitio und bei dem trüben Himmel Londons nicht ſchlieſsen, was ſtarkes Licht bewirken möchte. *L.*

eine gleiche, oder eine etwas gröſsere Oeffnung hat, wird an dem einen Ende ſo cylinderförmig erweitert, daſs dieſes cylindriſche Behältniſs gerade ſo viel von einer Flüſſigkeit in ſich faſst, als die ganze erſte längere Röhre, und über dieſer Erweiterung wird ebenfalls eine Kugel, von gleicher Gröſse mit der vorigen, aber von weiſsem klaren Glaſe, angeblaſen. Am entgegengeſetzten Ende werden beide Röhren etwas erweitert, damit man ſie hier deſto leichter an einander ſchmelzen könne. Dann füllt man die Kugeln mit Waſſerſtoff-Gas, und zwar iſt es eine der einfachſten Füllungs-Methoden, jede Röhre in eine enghalſige Flaſche voll Waſſerſtoff-Gas mit Wachs einzukleben, und nun die Kugel an der Flamme eines Lichts 2- oder 3mahl zu erhitzen und wieder kalt werden zu laſſen. Man taucht alsdann die kürzere Röhre in eine mit Karmin gefärbte Pottaſchen-Auflöſung, und treibt aus ihr mittelſt der Wärme der Hand einige Blaſen Waſſerſtoff-Gas, ſo daſs ſie ſich beim Abkühlen mit einer gehörigen Menge von Pottaſchen-Lauge füllt. Die offnen Enden der beiden Röhren werden hierauf getrocknet, allmählig erwärmt und vorm Löthrohre beide Röhren geradlinig an einander geſchmolzen. Indem man mittelſt der Wärme der Hand das Gas aus einer Kugel in die andere treibt, verrückt man die Flüſſigkeit leicht, ſo daſs die obere Fläche derſelben in die Mitte der längern Röhre zu ſtehen kömmt. Das ganze Inſtrument wird dann in einer verſchloſſenen Stube an die gefärbte Kugel aufgehängt, an die

längere Röhre eine Interims-Skale befestigt, und die untere Kugel in ein Gefäß mit Wasser getaucht. Gießt man kaltes Wasser zu, so fällt die obere Fläche der Flüssigkeit bis nahe an den Punkt, wo die beiden Röhren zusammengeschmolzen sind; gießt man dagegen warmes hinzu, so steigt sie bis nahe an die obere Kugel. Der Unterschied dieser beiden Temperaturen, die durch ein Thermometer gemessen, und wonach der von der Flüssigkeit in der Röhre durchlaufene Raum eingetheilt wird, giebt die Größe eines Grades. *) Ich bediene mich hierbei der Celsiusschen, oder hundertgradigen Thermometer-Skale, weil sie die natürlichste und bequemste ist, so daß also jeder Grad des Hygrometers dem *tausendsten* Theile des Zwischenraums zwischen dem Gefrier- und Siedepunkte entspricht. Darauf wird die ganze Flüssigkeit in eine der Kugeln zurückgetrieben, und die kürzere Röhre an der Flamme eines Lichtes allmählig gebogen, bis ihre Kugel die innere Seite der längern Röhre berührt, so daß

*) Hat man ein Richt-Instrument einmahl verfertigt, so lassen sich die andern leichter, wiewohl nicht so genau, durch Vergleichung mit demselben graduiren. In einer trocknen Stube mag man sie immer als Hygrometer brauchen. Bei heiterm und ruhigem Wetter ist es aber vorzüglicher, sich ihrer als Photometer zu bedienen, und sie ganz allein den geraden Strahlen der Sonne, wenn sie etwas über dem Horizonte erhaben ist, auszusetzen. Andere Hülfsmittel bieten sich von selbst dar. *L.*

sie $\frac{1}{4}$ Zoll weit unterhalb der ersten etwas herabgebeugten Kugel zu stehen kömmt. Zuletzt theilt man die Skale ab, welche wenigstens von 50° bis 150° gehn muss, und klebt sie mit einer Mischung aus Colophonium und Wachs zwischen den beiden Röhren fest.*)

Um das Instrument zu adjustiren, treibt man Luft aus einer Kugel in die andere, bis die obere Fläche der Flüssigkeit am Anfangspunkte der Skale steht. Die untere Kugel und den darunter befindlichen Cylinder umwindet man mit dünner Seide von derselben Farbe, welche die obere Kugel hat; einige Fäden selbst noch um das daran stossende Stück der Röhre. Zuletzt küttet man das ganze Instrument in ein Stück Holz, das an beiden Enden cylindrische Behälter hat, um es zu schützen oder zu halten.

*) Wenn die Temperatur der Stube sich während der Beobachtung verändert, so muss dies mit in Anschlag gebracht werden. Erlaubt es die Jahrszeit, so bedecke man die obere Kugel mit Schnee: hierdurch wird die Graduirung sicherer. Nach Vollendung des Instruments bedarf es noch einer kleinen Correction, weil nach dem Biegen der kürzern Röhre der cylindrische Behälter, der zuvor zu unterst war, dann zu oberst steht. Es bedeute n die Weite dieses Cylinders in Vergleichung mit der Oeffnung der Röhre, und a die Länge von 100 Graden des Hygrometers in englischen Zollen; so muss man diese Länge vor der Graduirung um den $\frac{a}{8n}$ Theil verkleinern; eine Formel, die leicht zu entwickeln ist. (?) L.

Oder man steckt das Hygrometer in die Höhlung eines runden Fuſsgestelles, worin es senkrecht steht.

Eine leichtere Methode, das Instrument zu graduiren, nachdem die Röhre schon gehörig gebogen ist, fiel mir erst später ein, als dieser Aufsatz schon geschrieben war. *) Man befestige die zu graduirenden Instrumente in einer kleinen Entfernung eins vom andern, das Richt-Instrument in der Mitte, so mit weichem Kitte auf den Boden eines kleinen Napfs, (saucer,) daſs sie darin senkrecht stehn, versehe sie mit Interims-Skalen, und setze den Napf auf einen glatten irdenen Teller. Dann nehme man einen langen Glas-Recipienten, gieſse etwas concentrirte Schwefelsäure hinein, schwenke ihn hin und her, bis damit die ganze innere Fläche befeuchtet ist, und stürze ihn dann auf den Teller über die Instrumente, indem man zugleich einige Tropfen Schwefelsäure um seinen untern Rand gieſst. Dadurch wird die Luft im Recipienten sehr schnell auf eine Trockenheit von 50° bis 60° gebracht, und darin ohne sichtbare Veränderung eine volle viertel- oder halbe Stunde erhalten; so daſs man Zeit hat, das gegenseitige Verhältniſs der Skalen mit aller Präcision zu bemerken. Das Richt-Instrument läſst sich zuvor mittelst zweier empfindlicher Thermometer, dessen Eine Kugel mit feuchtem Löschpapiere bedeckt wird, graduiren. Und so,

*) Leslie trägt sie in Nicholson's *Journ.*, Vol. 3, pag. 519, nach. *d. H.*

sollte ich denken, müßte selbst ein ganz gewöhnlicher Künstler dieses Instrument richtig verfertigen können. Noch muß ich hinzufügen, daß, wenn das Instrument zum Hygrometer dienen soll, es besser ist, beide Kugeln aus hellem, farbenlosem Glase zu blasen, und die untere mit einem Stückchen Goldschlägerhaut zu bedecken.

Im Frostwetter, wenn die untere Kugel mit einer darum gefrornen Eiskruste umgeben ist, durchläuft, bis zu demselben Grade von Trockenheit der Luft, die Flüssigkeit auf der Skale einen grösser n Raum als sonst, weil die Verdünstung zuvor das Eis in Wasser, und dann erst dieses in Gasgestalt verwandelt. Der erstere Prozeß verschluckt 75°, der letztere 524° Wärme nach der hunderttheil. Skale, daher dann die einzelnen Theile der Skale nach dem Verhältnisse von $75 + 524 : 524$, d. h. von $8 : 7$ grösser werden müssen. Um daher im Frostwetter den wahren Grad von Trockniß zu finden, muß man von den auf der Skale angezeigten Graden den achten Theil abziehn. Läßt man die wässerige Hülle frieren, so fällt das Hygrometer am tiefsten, wenn man zugleich die obere Kugel mit der Hand berührt; sonst kann während des Frierens das Hygrometer in Unordnung kommen.

Dieses Instrument zeigt nicht bloß die Trockniß der Luft an; es setzt uns auch in den Stand, die *absolute Quantität* Feuchtigkeit zu bestimmen, welche die Luft einzusaugen vermag. Denn bei Verwandlung des Wassers in Dampf werden 524 Grad Wärme

der

der hundertgradigen Skale verſchluckt; *) und da die Verdünſtung in ihren Wirkungen dieſem Prozeſſe ſo ganz analog iſt, ſo kann man annehmen, daſs auch bei ihr dieſelbe Wärmemenge verſchluckt werde. Hätte daher die Luft mit dem Waſſer gleiche Capacität für Wärme, ſo würde ſie für jeden Grad des Hygrometers ſo viel Wärme abſetzen, als ſie dem Waſſer beim Auflöſen einer Menge von Feuchtigkeit, die $\frac{1}{5240}$ ſtel ihres Gewichts beträgt, entzieht. Die Capacität der Luft verhält ſich aber zu der des Waſſers wie 11 zu 6, und nach dieſem Verhältniſſe müſste folglich die Verdünſtung ſich vermehren, um dieſelbe Wirkung hervorzubringen. Hieraus können wir ſchlieſsen, daſs für jeden Hygrometer-Grad die Luft, um völlig mit Feuchtigkeit geſättigt zu werden, $\frac{11}{6} \cdot \frac{1}{5240}$ oder $\frac{1}{2858}$ ihres Gewichts Waſſer auflöſen müſste.

Strenge genommen meſſen die Grade dieſes Hygrometers nicht die Trockniſs der Luft in ihrer jedesmahligen Temperatur, ſondern nur in Beziehung auf die Richt-Temperatur der naſſen Kugel, bei welcher die Gradation gemacht wurde. Da indeſs das Geſetz bekannt iſt, nach welchem bei zunehmender oder abnehmender Wärme das Vermögen der Luft, Feuchtigkeit aufzulöſen, ſich ändert; ſo iſt es leicht, aus der bekannten Trockniſs der

*) Dies iſt bis jetzt angenommen worden; doch hoffe ich jene Wärmemenge bald mit mehrerer Genauigkeit angeben zu können. *L.*

Luft in Beziehung auf Eine Temperatur, sie in Beziehung auf jede andere Temperatur zu finden. Es wird hinlänglich seyn, hier nur das Resultat einer Anzahl sorgfältiger Versuche zu erwähnen. Angenommen, daſs die Luft beim Gefrierpunkte fähig ist, 50 Theile Feuchtigkeit in sich zu nehmen; so vermag sie bei 10° der hunderttheiligen Skale, 100; bei 20°, 200; bei 30°, 400 solcher Theile; also bei jeder Erhöhung von 10 Graden, das Duplum der vorhergehenden Feuchtigkeit in sich aufzunehmen. Berechnet man sich hiernach eine Tafel, so haben die Reductionen keine Schwierigkeit.

Um nichts zu übergehen, was zur Aufklärung der Theorie dieses Instrumentes dienen kann, muſs ich noch erwähnen, daſs die Luft bei der Berührung der feuchten Oberfläche nicht vollkommen bis zur anfänglichen Temperatur des Wassers abgekühlt wird. Die Temperatur der Luft und des Wassers treffen vielmehr in einem mittlern Punkte zusammen, der durch das zusammengesetzte Verhältniſs ihrer Dichtigkeiten und Capacitäten bestimmt wird. Deshalb müſsten alle Angaben des Hygrometers eigentlich noch um $\frac{11}{0} \cdot \frac{1}{850}$, oder um $\frac{1}{464}$ vermehrt werden, welches aber viel zu wenig ist, um in Anschlag zu kommen.

Befeuchtet man die bedeckte Kugel des Hygrometers mit Aether, Alkohol, oder andern flüchtigen Stoffen, so läſst sich daraus die Anziehung der Luft gegen diese Stoffe, nach Verschiedenheit der Temperatur, des Drucks und der Trockenheit der Luft,

bestimmen. Eben so leicht lassen sich ähnliche Beobachtungen über entgegengesetzte Prozesse, (nämlich das Niederschlagen der Feuchtigkeit,) anstellen, wenn man die obere Kugel z. B. mit Schwefelsäure, Pottasche oder mit einem andern zerfliessenden Salze bedeckt. Und so eröffnet sich ein weites Feld von Untersuchungen, das Thatsachen umfasst, die nicht nur an sich richtig sind, sondern auch unsre Ideen über *chemische Verwandtschaften* berichtigen und erweitern werden.

Mit Hülfe dieses Hygrometers habe ich eine Menge *meteorologischer Beobachtungen* gesammelt, und die Natur des *Thaues*, seine Erzeugung und seine sonderbaren Wirkungen auf die Metalle, auf Glas und auf Vegetabilien erforscht. Was noch wichtiger ist, ich habe damit die *Grade der Anziehung der Luft zur Feuchtigkeit nach Verschiedenheit ihres Drucks und ihrer Wärme* sorgfältig bestimmt, und diese Untersuchung auch auf die übrigen *Gasarten* ausgedehnt, wobei es mir geglückt ist, die Resultate auf wenige und einfache mathematische Gesetze zurückzuführen. Ich will gegenwärtig nichts weiter hinzufügen, als dass ich diesen Gegenstand nun für ganz erschöpft und unsre Kenntnisse von den Modificationen der Atmosphäre auf eine vollendete Wissenschaft gebracht zu haben glaube.

* *
*

Da ich das Hygrometer so umständlich beschrieben habe, so bedarf es zur Erklärung des *Photome-*

ters nur weniger Worte. Es wird auf dieselbe Art wie jenes verfertigt, nur muſs die obere Kugel aus schwarzem Glase geblasen oder schwarz gefärbt werden, und die untere ganz durchscheinend und frei von Flecken und Bläschen seyn. Die erstere verschluckt das auf sie fallende Licht, während die letztere es ungehindert durchgehen läſst. Das Licht aber bringt, nach dem Verhältnisse seiner Absorbtion, Wärme hervor, es sey nun, daſs es durch Vereinigung mit Körpern den Wärmestoff erst bildet, oder daſs es im Acte seiner Verbindung die Wärme nur thätig macht. Obgleich die schwarze Kugel beständig neue Wärme zugeführt erhält, so wird doch ihre Temperatur nicht gleichförmig und beständig erhöhet werden, weil endlich die umgebende Luft die Wärme genau in dem Maaſse fortleitet, wie sie sich anhäuft. Daher wird das Fallen der Flüssigkeit in der Röhre den momentanen Zufluſs des Lichts messen. Um die unregelmäſsigen Einwirkungen der Winde, die das Zerstreuen der Wärme beschleunigen könnten, zu hindern, wird das Instrument in ein cylindrisches, wohl abgerundetes, recht helles und hermetisch verschlossenes Glasgehäuse eingeschlossen, welches zugleich den wichtigen Nutzen hat, durch Hemmung der Circulation in der umgebenden Luft, (wodurch allein die beständig hinzukommende Wärme fortgeführt wird,) die Wirkung, (*performance*,) des Instrumentes zu verdoppeln. Die Weite dieses Glas-Cylinders ist ziemlich gleichgültig, nur muſs er um die Kugeln

herum, wenigstens $\frac{1}{10}$ Zoll und oberhalb wenigstens $\frac{1}{2}$ Zoll vom Photometer abstehn. Die Grösse und Gestalt desselben sind von so wenig Einfluss, dass ich in einem Recipienten von 2200 Zoll kaum um ein Zehntel weniger Wärme, als in einem Recipienten von der vorhin angegebenen Grösse erhielt.

Ich verfertigte ein solches Photometer zuerst im Herbste 1797, und ich bin seitdem mit seiner Einrichtung und Empfindlichkeit immer ausserordentlich zufrieden gewesen. Es misst nicht nur die directen Strahlen der Sonne, sondern auch das reflectirte Licht des Himmels, und für dieses ist es hauptsächlich bestimmt. Es ist für jede Veränderung in der Atmosphäre empfindlich, und zeigt die Zunahme und Abnahme des Tageslichtes und die periodische Vermehrung und Verminderung in der Lichtstärke, (*brightness,*) nach der Jahreszeit. Es setzt uns ebenfalls in den Stand, andere Lichtarten, z. B. die der Lichtflamme, zu schätzen. Durch Vergleichung zweier Photometer ist es leicht, das Verhältniss zu bestimmen, in welchem zwei verschieden gefärbte Stoffe das Licht reflectiren, absorbiren und durchgehn lassen, und zu untersuchen, ob die Licht-Partikelchen über das Farben-Spectrum des Prisma überall mit gleicher Intensität zerstreut werden. Ferner misst dieses Photometer die Lichtmenge, welche verschiedene durchsichtige Körper durch sich hindurch lassen, oder welche von polirten oder rauhen Oberflächen, bei verschiedenen Einfallswinkeln, reflectirt und absorbirt wird; kurz, man kann

damit auf das leichteste alle die sinnreichen Versuche anstellen, die den Scharfsinn Bouguer's und Lambert's beschäftigt haben. Eine andere Art von Untersuchungen, für welche dieses Thermometer sich auf das vollkommenste eignet, ist die Entdeckung der *Wärme leitenden Kräfte verschiedener Flüssigkeiten.* Füllt man z. B. die gläserne Hülle mit einer Gasart, deren Wärme leitende Kraft stärker ist, als die der atmosphärischen Luft, so wird, bei einerlei Zufluss von Licht, das Instrument in eben dem Verhältnisse weniger afficirt werden, als die Wärme leitende Kraft grösser ist. Auch bei Luft von verschiedener Dichtigkeit sind die Wirkungen wesentlich verschieden. Auf diese Art habe ich über verschiedene tropfbare und elastische Flüssigkeiten, ja sogar mit Gallerten und mit Eis, Untersuchungen angestellt. Meine Versuche über diese und andere Gegenstände sind beinahe vollendet, und führen auf sehr befriedigende und wichtige Resultate.

II.

BEMERKUNGEN
über
G. C. Lichtenberg's *Vertheidigung des Hygrometers und der de Lüc'schen Theorie vom Regen,* *)

von
Zylius
zu Remplin im Meklenburgischen.

In der Vorrede zur 5ten Ausgabe der Erxlebenschen Naturlehre lieferte der jetzt verstorbene Herr Hofr. Lichtenberg eine zwar kürze, aber sehr schöne und lichtvolle Darstellung der neuen Theorie des Herrn de Lüc vom Regen, suchte solche auf alle Weise mit den scharfsinnigsten Beweisen zu unterstützen, und behauptete zugleich sehr richtig, dass eine gänzliche Bestätigung derselben ein tödtlicher Streich für die neue französische Chemie seyn würde. Da nach meiner Ueberzeugung in dem hierbei zum Grunde liegenden Raisonnement des Herrn Hofraths Lichtenberg einige Fehlschlüsse enthalten waren, so konnte ich nicht umhin, in meiner 1795 bei Maurer in Berlin herausgekommenen Preisschrift, welche eine Prüfung dieser Regenlehre

*) herausgegeben von L. C. Lichtenberg und F. Kries. Göttingen bei Dietrich, 1800. u. s. w. (Vergl. *Annal. d. Phys.* IV, 126.)

zum Gegenſtande hatte, dieſelben zu entwickeln, und dem Herrn Hofrath Lichtenberg an mehrern Stellen dieſer Schrift freimüthig zu widerſprechen. Dieſer faſste hierauf den Entſchluſs, ſich nicht nur gegen dieſen meinen Widerſpruch zu vertheidigen, ſondern zugleich die ganze de Lüc'ſche Theorie gegen meine Einwürfe zu rechtfertigen, in einer Schrift, welche ſchon in dem Meſs-Cat. der O. M. 1797 unter dem Titel: „Nähere Beleuchtung einer merkwürdigen Schrift über das Hygrometer und de Lüc's Theorie vom Regen," als fertig geworden angekündigt ward. Allein vergeblich hoffte ich auf die Erſcheinung dieſer Schrift von einer Meſſe zur andern, bis ich endlich das Miſsvergnügen hatte, zu erfahren, der Verfaſſer ſey nach mehrern Verſuchen, dieſe ſeine Schrift umzuändern und zu verbeſſern, endlich der Entſchlieſsung geworden, ſie gänzlich zu unterdrücken. Auch der Herr Dr. Scherer erzählt in dem 17ten Hefte ſeines allg. J. d. Chemie, (S. 612,) „er ha„be das Vergnügen gehabt, Lichtenberg ſelbſt „über dieſen Gegenſtand zu ſprechen, und dieſer „habe ihm geſtanden, daſs er zwar bereits mehrere „Bogen derſelben habe abdrucken laſſen, daſs er „aber bei näherer Unterſuchung gefunden habe, er „habe mit zu vieler Wärme geſchrieben. Er fände „es daher für nothwendig, *das Ganze zu unter„drücken.*"

Deſſen ungeachtet trugen die gegenwärtigen Herausgeber dieſer Schrift kein Bedenken, ſolche auch

gegen den Willen des Verſtorbenen ans Licht zu ſtel-
len, und glaubten „damit den Freunden der Phy-
„ſik und der guten Sache einen Dienſt zu leiſten, in-
„dem meine Preisſchrift bereits in viele Hände ge-
„kommen ſey, und die darin enthaltenen Sätze an-
„fingen in die phyſikaliſchen Hand- und Lehrbü-
„cher überzugehen."

Wenn gleich meine Erwartungen von dieſer Schrift durch den Umſtand, daſs der berühmte Verfaſſer ſie ſelbſt gemiſsbilligt hatte, nicht wenig herabgeſtimmt waren; ſo hoffte ich deſſen ungeachtet nichts gewiſſer, als eine möglichſt ſcharfe Zergliederung und Prüfung der in meiner Abhandlung aufgeſtellten Behauptungen vorzufinden, und dadurch zu neuen Anſichten eines der wichtigſten Gegenſtände der Naturlehre geleitet zu werden. Allein, leider! muſs ich bekennen, daſs ich meine Hoffnung von dieſer Seite gänzlich getäuſcht fand; daſs ich in dieſer Schrift zwar ſehr viel Gutes und Richtiges, aber gar nichts fand, was *in Rückſicht meines gegen de Lüc geführten Beweiſes* auch nur die geringſte Aufmerkſamkeit verdienen könnte.

Der Inhalt dieſer Schrift läſst ſich bequem auf folgende Weiſe eintheilen. Der *eine* und bei weitem der gröſste Theil derſelben begreift allgemein bekannte und völlig erwieſene Sätze, die groſsen Theils in meiner Schrift ebenfalls entweder wirklich behauptet, oder als bekannt und erwieſen vorausgeſetzt werden und bey meinem gegen de Lüc und Lichtenberg geführten Beweiſe zum Grun-

de liegen, die ich alſo gar nicht widerlegen könnte, ohne meine eigne Abhandlung zu widerlegen. Hierher gehört alles das, was der Verfaſſer über die bekannten Grundſätze der de Lüc'ſchen Hygrometrie beibringt. Auſserdem kommen, *zweitens*, auch dieſelben Sätze wiederum vor, die ſchon in meiner Schrift widerlegt wurden, die aber der Verfaſſer hier abermahls vorträgt, ohne *auf den Sinn* desjenigen, was ich dagegen einwandte, die mindeſte Rückſicht zu nehmen. *) Um dieſe zu widerlegen,

*) Ich ſage: *auf den Sinn;* denn der Verfaſſer führt faſt überall treu und ehrlich meine eignen Worte an: allein er bringt gewöhnlich, weiſs der Himmel wie ers anſängt, einen Sinn hinein, den ich ſelbſt weder kenne noch verſtehe, und worin, wie er nicht verfehlt jedesmahl ſehr richtig und naiv hinzuzuſetzen, gar *kein Menſchenverſtand* iſt. Er kämpft alſo nicht gegen meine, ſondern gegen ſeine eignen Ideen, die er meinen Worten unterſchiebt. Ich würde glauben, mich dunkel und unverſtändlich ausgedrückt zu haben: allein da die Akademie der Wiſſenſchaften meine Sätze verſtändlich gefunden, und keinen andern Sinn darin wahrgenommen hat, als den, welchen ich durch meine Worte ausdrücken wollte; ſo kann der Grund dieſer ſeltſamen Miſsverſtändniſſe nicht in meinem Vortrage liegen. — Eine auſſallend ſonderbare Ideenverwechſelung zeigt ſich unter andern darin, daſs der Verſaſſer allemahl, wenn ich irgendwo gezeigt hatte, auf welche unrichtige Sätze oder Schluſsformen die Behauptungen des Herrn de Lüc, als erwieſen betrachtet, zurückführen würden, die

würde ich bloſs meine eigne Abhandlung wiederholen und erklären dürfen. Endlich und *drittens* bringt der Verfaſſer noch verſchiedene Sätze bei, die nach meiner Ueberzeugung ebenfalls durchaus unrichtig ſind, die aber in meiner Schrift nicht berührt wurden, weil ſie mit dem Gegenſtande der Preisfrage auf keine Weiſe in Verbindung ſtanden. Der wichtigſte von dieſen ſteht S. XIV der Vorrede. Hierüber werde ich bei einer andern Veranlaſſung ausführlich zu reden Gelegenheit haben. Ueberhaupt verbreitet ſich der Verfaſſer an mehrern Orten weitläuftig über Sachen, die mit dem Gegenſtande der Preisfrage gar nicht zuſammenhängen, wobei er mitunter recht gute, wenn gleich keine unbekannten Sachen vorträgt. Mit Einem Worte, wenn ich das ausnehme, was der Verfaſſer gegen meine Unterſcheidung der phyſiſchen Adhäſion und chemiſchen Attraction einwendet, *) ſo findet ſich in der

Sache ſo ſtellt, als ſey ich der Meinung, daſs Herr de Lüc dieſe Sätze wirklich behauptet, oder einer ſolchen Art zu ſchlieſsen ſich wirklich bedient habe; u. ſ. w. Und gerade darauf, daſs dies nicht der Fall war und nicht ſeyn konnte, gründete ſich mein Beweis, daſs ſeine Theorie noch nicht erwieſen ſey. Z.

*) Alles, was der Verfaſſer hierüber ſehr weitläufig und mit vielem Witze vorträgt, löſet ſich bei genauerer Prüfung in einen bloſsen Wortſtreit auf. Bündiger und beſtimmter iſt mir dieſer Einwurf ſchon in einer Recenſion meiner Preisſchrift,

ganzen Schrift auch gar nichts, was meiner Abhandlung auch nur auf die entfernteste Weise zur Widerlegung dienen, oder irgend einen meiner gegen de Lüc und Lichtenberg aufgestellten Sätze auch nur mit einigem Scheine entkräften könnte.

(A. L. Z., 1796, No. 171,) gemacht worden. Ich kann mir bei dieser Gelegenheit das Vergnügen nicht versagen, dem mir unbekannten Verfasser dieser Recension für diese genaue und wohldurchdachte Beurtheilung meiner Schrift und für mehrere wichtige Gründe, die er mir entgegenstellt, öffentlich meinen Dank abzustatten. Solche Einwendungen, die nicht aus Unkunde der Sache, sondern aus einer scharfen Prüfung des Gegenstandes hervorgehn, sind äusserst lehrreich, und es ist sehr angenehm, sie so wie hier mit Anstand und Würde dargelegt zu sehn. Die vollkommen treue und richtige Darstellung des Plans und Inhalts meiner Schrift, welche sich in eben dieser Recension findet, giebt einen Beweis mehr, dass die Schuld nicht an dem Vortrage meiner Schrift liegt, wenn die geneigten Leser einen Sinn hineintragen, worin kein Menschenverstand ist. Und einer Parteylichkeit wird man diesen Recensenten um so weniger verdächtig halten, da er sich deutlich für meinen Gegner erklärt. Aber solcher würdiger und mit Kenntniss der Sache begabter Gegner wünschte ich mir viele. So wie den Gelehrten gut predigen ist, so ist auch mit solchen Gegnern gut disputiren. Aber sich überall selbst wiederholen und commentiren und seinem Gegner sogar die Streitfrage erklären zu müssen, ist eben so langweilig, als es für den Gegenstand der Untersuchung ohne Nutzen ist. Z.

Das ganze Raisonnement, sofern es gegen meine Schrift gerichtet seyn soll, gründet sich darauf, dass der Verfasser nicht nur den wahren Gesichtspunkt der Streitfrage gänzlich verfehlt, sondern auch meine ganze Schrift, Satz für Satz, durchaus falsch verstanden und erklärt hat. Nicht einmahl der Sinn der Preisfrage ist von dem Verfasser beachtet worden, denn er wundert sich ungemein, dass ich die Auflösungs-Theorie nicht bewiesen habe. Er erinnerte sich also nicht, dass in der Aufgabe nicht gefragt ward: — *ob und wie die Auflösungs-Theorie zu erweisen,* — sondern: *in wiefern solche durch die vom Herrn de Lüc aus seiner neuen Regenlehre dagegen abgeleiteten Gründe widerlegt worden sey?*

Es würde also, um meine Abhandlung gegen diese Widerlegungsschrift zu rechtfertigen, gar keiner physikalischen Untersuchung, sondern bloss einer logischen Entwickelung der in der letztern enthaltenen oder darin zum Grunde liegenden Missverständnisse und Fehlschlüsse bedürfen. Allein wer mit den Schriften des Herrn de Lüc völlig vertraut ist, und meine Abhandlung, (des freilich darin herrschenden Mangels an Ausführlichkeit und vollständiger Entwickelung der Sätze ungeachtet,) verstanden hat, wird einer solchen Anleitung nicht bedürfen.

Um das Gesagte doch noch mit kurzen Worten zu belegen, will ich die Basis, worauf im Allgemeinen das gegen mich gerichtete Raisonnement des Herrn Hofraths Lichtenberg beruht, lieber mit den Worten eines meiner Gegner, als mit meinen eig-

nen anführen. Der Gothaische Recensent dieser Lichtenbergischen Schrift sagt so:

„Es fällt sofort in die Augen, daſs de Lüc da, „wo Zylius eine Auflösung des Wassers in Luft „vor Augen hat, und Folgerungen des Physikers „nun in Hinsicht dieser Voraussetzung bestreitet, „dieser vielmehr jene Auflösung ganz läugnet, und „die Auflösung des Wassers in Feuer, als Entste„hungsursache der Dämpfe, bei Erklärung der hy„grometrischen Erscheinungen voraussetzt.*) Von „selbst läſst sich vermuthen, wie sich bei Zylius „aus jenem ersten Irrthume eine unrichtige Folge „nach der andern entwickelt, und es ist sehr inte„ressant, diese hier entwickelt, und den angegrif„fenen Naturforscher gegen die ganz verkehrten „Angriffe, welche auf ihn geschehen, gerettet zu „sehn.“ (Goth. gel. Zeitung, St. 96, 1799.)

Lichtenberg behauptet also, Herr de Lüc habe, indem er aus jenen hygrometrischen Beobachtungen seine neue Theorie ableitete, die Auflösung des Wassers in Luft ganz geläugnet, und dabei eine bloſse Verdampfung desselben vorausgesetzt. Nun wird in der Aufgabe gefragt: „Hat

*) Herr de Lüc soll also die Auflösung des Wassers in Luft, anstatt solche zu widerlegen, worauf es hier ankam, — *vielmehr ganz geläugnet*, hingegen dasjenige, was erwiesen werden sollte, *vorausgesetzt* haben! Und so etwas fällt sogar seinen *Vertheidigern* in die Augen! Eine musterhafte Vertheidigung! Z.

„Herr de Lüc durch eben die Gründe, worauf
„er seine neue Theorie errichtete, das Auflösungs-
„System widerlegt?“ — Ich antworte: „Nein.
„Entweder setzt Herr de Lüc bei diesen Beob-
„achtungen voraus, dass gar keine Auflösung des
„Wassers in Luft Statt findet und dass es auf irgend
„eine andere Weise in der Luft enthalten ist;“ —
(Also gerade dasjenige, was meine Gegner hier als et-
was anführen, das ich ganz übersehn oder vielmehr
gar nicht gewusst habe, gehört wesentlich zur
Grundlage meines Beweises!) — „und alsdann ist
„es *petitio principii*, die Auflösung des Wassers in
„Luft durch eben diese Beobachtungen widerlegen
„zu wollen. Oder er ist der Meinung, dass bei
„der Voraussetzung einer Auflösung des Wassers in
„Luft die Erscheinungen nicht so erfolgen konnten,
„als er sie wirklich beobachtete; und diese Meinung
„ist unrichtig, da vielmehr gerade mit einer solchen
„Voraussetzung seine Beobachtungen aufs vollkom-
„menste übereinstimmen.“ u. s. w.

Es giebt also keinen andern Weg, meinen ge-
gen de Lüc geführten Beweis zu widerlegen, als
denjenigen, welchen die Akademie der Wissenschaf-
ten S. VII der Vorrede angezeigt hat. Alles, was
in der vorliegenden Schrift gegen mich angeführt
wird, beruht auf den angezeigten und mehrern
Missverständnissen, und bedarf also keiner Wi-
derlegung.

Unbegreiflich würde es seyn, wie es einem so
talentvollen Gelehrten möglich war, so ganz unlogisch

zu räsonniren und den Gesichtspunkt der Untersuchung auf eine so auffallende Weise zu verfehlen, wenn es sich nicht aus der aufgebrachten und ärgerlichen Stimmung erklärte, worin er diese Sachen niederschrieb. Daher auch der polternde, grobe und schimpfende Ton, worin das Ganze verfaſst ist, und den Jeder, der mit mir die Verdienste des Verstorbenen aufrichtig achtet und ehrt, und dem sein Nachruhm theuer ist, nicht ohne inniges Bedauern bemerken wird. So schilt er mich unter andern einen *unglückseligen Widerleger*, und meine Abhandlung eine *leidige* Preisschrift, ohne allen Menschensinn. Oder er rückt Stellen aus meiner Abhandlung ein, und ruft aus: „*Ueber den Jargon mit den* „*lateinischen Lettern da!*" — oder: „*Unsinn, der-* „*ber Unsinn! so derb als er nie gedruckt worden!*" — mehrerer dergleichen plumper und unanständiger Invectiven, wovon alle Seiten voll sind, nicht zu gedenken. Und solche Sachen lassen die Erben, zur Schmach unsers rühmlichst verstorbenen Gelehrten, (der sich in seinem Leben nie durch eine Grobheit an dem Publicum versündigte, dessen Schriften immer ein Muster von Eleganz und attischer Feinheit waren,) und allen gebildeten und anständigen Lesern zum Skandal, — ins Publicum gehn! Freilich kommen mitunter auch minder plumpe und hier und da wirklich angenehme und launige Wendungen vor; wiewohl doch der Verstorbene zu aufgebracht war, als daſs es ihm damit so, wie man es sonst von seinem Witze gewohnt ist, hätte gelingen

ſollen. So nennt er mich öfter, launiger Weiſe, den *wahrhaftigen Anti-Baco*, oder erzählt aus der Bibel die Geſchichte vom Apoſtel Philippus und von dem Kämmerer aus Mohrenland, wobei ich denn, wie ſich denken läſst, ſehr übel wegkomme. Ein andermahl ſpaſst er über den von mir gebrauchten Ausdruck: *höchſtwahrſcheinlich*, und meint, das, was er dagegen zu ſagen habe, ſey doch noch *höher* als *höchſt*-wahrſcheinlich; u. ſ. w.

Dergleichen Späſse können freilich auf einen Augenblick beluſtigen; allein der geſetzte Leſer wird ſie doch in einer wiſſenſchaftlichen Unterſuchung, wo er Gründe erwartet, ſo wie alle *Argumenta ab invidia*, woran dieſe Schrift ſo reich iſt, von Herzen miſsbilligen. Indeſſen findet ſo etwas auch ſeine Liebhaber, wie das Beiſpiel des Recenſenten in der A. L. Z., (1800, Nro. 12, S. 89,) beweiſet. Von der lächerlichen Unwiſſenheit dieſes Mannes lohnt es hier nicht die Mühe zu reden. Ich werde dazu an einem andern Orte Gelegenheit haben. Allein einen ſpaſshaften Zug, der das Ingenium dieſes Recenſenten ganz vortrefflich charakteriſirt, muſs ich, zur Ergötzung der Leſer, noch mittheilen. Er beſchäftigt ſich nämlich mit der Auflöſung des Problems, wie meine Schrift ein Jargon, ein derbem Unſinn ſeyn, und doch von der Akademie der Wiſſenſchaften mit dem Preiſe gekrönt werden konnte? — Allerdings ein merkwürdiger Umſtand, der wohl einiges Nachdenken verdiente! — Endlich findet er den Schlüſſel zu dieſem Räthſel

zu ſpät bemühen. Der Beifall der Akademie der Wiſſenſchaften hat über den Werth meiner Schrift im Angeſichte des ganzen litterariſchen Publicums längſt zur Genüge entſchieden. Die Unzufriedenheit eines von mir angegriffenen, und darüber mit Unrecht aufgebrachten *Gegners* kommt unter dieſen Umſtänden in gar keine Betrachtung. Von kindiſchen Neckereien, wie die des vorerwähnten Jenenſers, (Nro. 12,) wird, wie billig, gar keine Notiz genommen; es ſey denn, daſs ſie originell genug ſind, um auf einen Augenblick zur Beluſtigung zu dienen.

Ganz anders würde der Fall ſeyn, wenn es irgend einem des Gegenſtandes kundigen Naturforſcher gefallen ſollte, die in meiner Abhandlung gegen die Theorie des Hrn. de Lüc aufgeſtellten Gründe mit möglichſter Genauigkeit und Strenge zu prüfen und die Reſultate ſeiner Prüfung dem phyſikaliſchen Publicum mitzutheilen. Das war der in der Vorrede zu meiner Abhandlung von der Akad. der Wiſſenſch. geäuſserte Wunſch; dadurch würde

Falles ungeachtet mir nichts deſto weniger verehrungswerthe, Verſtorbene — ſchalt auf mich, weil er über meinen Angriff entrüſtet war, und im Zorne auf eine Zeit lang den Geſichtspunkt verfehlte; und die Lebendigen ſchelten *bona fide* hinter drein, weil ſie weder meine Gegner noch mich verſtehn und überhaupt, — wie, leider! erweislich zu Tage liegt, — von der ganzen Streitſache auch nicht das A B C begriffen haben. Z.

Naturkunde gewinnen, und mir würde es äu-
rst willkommen und lehrreich seyn, beim Verfolge
iner Untersuchungen über diese und andere da-
verbundene Gegenstände die Bemerkungen und
wendungen mehrerer Naturforscher benutzen
können. Die Wichtigkeit des Gegenstandes ver-
nte es in mehr als Einer Hinsicht, recht viele
nmen darüber zu hören, und ich bin keineswe-
der Meinung, in dieser neuen und schweren
terie alles auf einmahl erschöpft zu haben, und
s in meiner Schrift gar keine Sätze enthalten seyn
ten, die noch einer nähern Prüfung und Berich-
ung bedürften. Aber dazu gehört — Kenntniss
Gegenstandes, Untersuchung und Wahrheits-
e! — Grobe Exclamationen und ins[illegible]de Schnur-
sind freilich leichter zu Tage gefördert, aber
nit wird für die Physik nichts ausgerichtet.

III.

BESCHREIBUNG

eines kleinen Schwungrades, die Verwandlung der Regenbogen - Farben in Weiſs darzuſtellen, ſammt Bemerkungen und Verſuchen über die dazu nöthige Eintheilung des Farbenbildes,

von

M. A. F. Lüdicke

in Meiſsen.

Da die Maſchinen, mit welchen man, wie bei Glas-Schleifmaſchinen, eine Scheibe ſchnell horizontal um ihre Achſe bewegen kann, in den Vorleſungen ſehr unbequem, und kleine mit Räderwerk hierzu beſonders eingerichtete Maſchinen für dieſen Endzweck zu koſtbar ſind; die kleinen Drehrädchen aber, welche man oft hierzu gebraucht hat, nur höchſtens $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer halten können, und wegen des Hin- und Herlaufens den Augen beſchwerlich werden: ſo habe ich mir ein kleines Schwungrad eingerichtet, welches bei ſeiner Einfachheit die vorgeſetzte Abſicht vollkommen erfüllt.

Es iſt Taf. VI, Fig. 2, in dem dritten Theile der wahren Gröſse im Durchſchnitte vorgeſtellt. Die von hartem Holze gedrehete Scheibe hält im Durchmeſſer $3\frac{1}{2}$ Zoll und iſt $\frac{1}{3}$ Zoll ſtark. Ihre Welle, welche ebenfalls von hartem Holze iſt, hat unten bei *c* eine ſtählerne Spitze, die in einer meſſinge-

nen Pfanne läuft, und oben bei *f* einen schwachen stählernen Zapfen, welcher sich in dem Loche des hinlänglich starken, aber sehr schmalen messingenen Armes *gf* bewegt. Bei *e* hat die Welle eine kleine Scheibe, über welche der Rand des Stativs etwa um ¼ Zoll hervorsteht. Diese Einrichtung ist nöthig, damit das Ende der Schnur sich nicht herunterwärts innerhalb des Stativs um die Welle winden könne, und man nicht bei jedem Versuche das Rad herausnehmen dürfe. Der kleine hölzerne Cylinder *d*, welcher die messingene Pfanne trägt, läſst sich in der Röhre des Stativs etwas gedrängt verschieben, um die Welle gehörig stellen zu können.

Der messingene Arm *gf* ist mit dem bei *h* an das Stativ befestigten starken messingenen Bügel *gh* mittelst eines starken Gewindes verbunden, damit der Arm *gf* aufgeschlagen und die Scheibe herausgenommen werden könne. Damit aber die Erhebung des Arms nicht unverlangt geschehe, ist bei *ik* eine hinlänglich starke Feder angebracht, deren oberes Ende die Gestalt eines Hakens hat, welcher sich in eine Vertiefung des Gewindes einsetzt. Die Schnur, welche mit einem Ende an die Welle befestigt, und 1 bis 1½ Elle lang ist, darf nicht zu stark und unbiegsam seyn, damit das Ende derselben nicht an den Bügel anschlage und die Bewegung aufhalte. Die meinige ist ein starker gezwirnter seidner Faden. Bei dieser Einrichtung dauert die zu Bewirkung des weissen Lichtes nöthige Geschwin-

digkeit 24 bis 30 Sekunden. Diese Dauer der Bewegung halte ich für zureichend; soll aber das Rad diese Geschwindigkeit noch länger behalten, so darf man nur dem Rade etwas mehr Stärke geben.

Der *Ring mit den Regenbogen-Farben* ist nicht unmittelbar auf diesem Rade, sondern auf einer besondern mit feinem Papiere überzogenen glatt geschlagenen Pappscheibe angebracht, welche abgenommen und vor Staub verwahrt werden kann. Sie hat in ihrem Mittelpunkte eine Oeffnung, in welche der stärkere Theil unter dem Zapfen bei *f* etwas strenge paſst. Sollte jedoch die Oeffnung mit der Zeit etwas zu weit werden; so darf man nur etwa bei *g* eine scharfe Spitze hervorstehen lassen, welche das Schleudern oder entgegengesetzte Drehen der Scheibe verhindern wird.

Das *Auftragen der Farbe* auf den Ring der Scheibe hat keine geringe Schwierigkeit, wenn man ein reines ungefärbtes Weiſs erlangen will. Die Pigmente, welche man hierzu anwenden kann, sind nicht so glänzend und rein, als die Farben des Regenbogens, und müssen, wenn sie vorzüglich stark aufgetragen werden, zwischen ihren Theilen Schatten erzeugen, welche ein schmutziges Weiſs hervorbringen. Hiernächst veranlaſst die Newtonische Eintheilung in 7 Farben den Fehler, daſs einige Uebergänge der einen Farbe in die andere fehlen, und daſs daher eine oder die andere Farbe vorsticht und das Weiſse färbt. Diese und andere Ursachen, welche ich im Folgenden angeben werde, haben

mich bewogen, den Ring der Scheibe in 12 Theile auf folgende Art zu theilen, und diese Räume mit folgenden Pigmenten zu überziehen:

Hell-Violett oder *röthlich Violett*, welches sich dem *Dunkel-Rothen* nähert, nimmt 40,5 Grad des Kreises ein, und wird aus Karmin mit ein wenig Berlinerblau gemischt.

Violett hält 38 Grade, wird wie vorhergehende, jedoch mit mehr Berlinerblau gemischt.

Indigo von 36 Graden aus Berlinerblau mit ein wenig Karmin.

Blau, 34 Grade; ist Berlinerblau.

Hell-Blau, 32 Grade. Berlinerblau sehr schwach aufgetragen.

Grün, 30,3 Grad. Krystallisirter Grünspan in destillirtem Essig aufgelöset. Es ist ein etwas bläuliches Grün.

Hell-Grün 28,6 Grad. Diese Grünspan-Auflösung mit etwas Gummigutte versetzt.

Strohgelb 27 Grad. Gummigutte sehr schwach aufgetragen.

Gelb 25,5 Grad. Gummigutte etwas stärker.

Orange 24 Grad. Gummigutte mit etwas Karmin.

Hell-Roth 22,7 Gr. Karmin mit ein wenig Gummigutte.

Roth 21,4 Gr. Karmin, jedoch nicht allzu stark aufgetragen.

Alle Farben werden mit aufgelöstem, ganz weissem arabischen Gummi versetzt und durchgängig dünn aufgelegt. Den Farbenring umgiebt eine etwas

breite ſchwarze Kreislinie, und die innere Kreisfläche wird ebenfalls mit Schwarz überzogen, damit kein reflectirtes Licht mitwirken könne. Auf dieſe Art habe ich Farbenringe erhalten, welche während der Bewegung ein reines, ganz ungefärbtes Weiſs geben.

Daſs es ſelbſt nach der Newtoniſchen Theorie der Farben erlaubt ſey, mehr als 7 Farben in dem prismatiſchen Farbenbilde anzunehmen, erhellet aus den Folgerungen, welche Newton in ſeiner neuen Theorie, in den *Philoſophical Transactions*, No. 80, aus ſeinen Verſuchen mit dem Prisma ziehet. Er ſagt nämlich im 1ſten Satze: es hätten nicht bloſs die vorher genannten 7 kenntlichſten Farben, ſondern auch alle dazwiſchen fallende Schattirungen ihre eignen und beſondern Strahlen, und im 5ten Satze rechnet er zu den urſprünglichen oder zu den Grundfarben auſser den 7 Farben noch eine unendliche Menge dazwiſchen fallender Schattirungen. Ohne jedoch zu unterſuchen, ob es nur 3, oder 7, oder unzählige Grundfarben gebe, glaube ich nur vorläufig bemerken zu dürfen, daſs das prismatiſche Farbenbild nach der bekannten Eintheilung in die gröſsern Felder für Violett, Blau, Grün, Gelb und Roth noch deutliche Uebergänge oder Schattirungen habe, welche man auszudrücken nicht übergehen darf, wenn man es mit den ſchicklichſten Pigmenten nachahmen will; und daſs man nicht ſchlieſsen dürfe, dieſe hinzugefügten Schatti-

rungen so wohl, als einige der sieben Farben des Sonnenlichtes selbst wären gemischt oder weniger einfach, weil wir unsre Pigmente mischen müssen, welche dieselben darstellen sollen.

Bei näherer Untersuchung der von mir angegebenen Eintheilung wird man bald bemerken, *daſs die Aehnlichkeit der Farben mit den Tönen* mir hierzu Gelegenheit gegeben habe, ob ich gleich sehr weit entfernt bin, diese Aehnlichkeit weiter, als auf die Verhältnisse auszudehnen, welche seit der Newtonischen Entdeckung bei beiden angetroffen werden. Der Herr von Mairan *) und Herr Heydenreich **) haben sehr scharfsinnig dargethan, daſs die Farben nicht die Fähigkeit besitzen, auf unsern Sinn eben so zu wirken und ähnliche Empfindungen hervorzubringen, als die Töne. Dieses wird auch aus einigen meiner folgenden Versuche erhellen. Aber selbst in Ansehung der Newtonischen Verhältnisse sagt der Herr v. Mairan ***) ganz richtig: man müsse sich hüten, daſs man nicht die Töne einer Octave, die mit den Längen der Saiten ausgedrückt würden, mit ihren Intervallen oder Unterschieden vermische. Denn nur diesen in der Ordnung genommenen Unterschieden, und nicht

*) *Mém. de l' Acad. de Paris*, 1737, p. 61, und Steinwehr's *Ueberſetzung*, XII Th., S. 247 u. f.

**) *System der Aesthetik*, 6. Betr., S. 224 u. f.

***) Am a. O., S. 238 der Uebers.

den Tönen selbst, wären die sieben Farben Newton's nach einander proportional. Er zeigt hierauf in einem Beispiele, daſs die farbigen Räume, wie sie auf einander folgen, den Längen der Saiten, deren Unterschiede sie ausdrücken, nicht durchgängig proportionirt sind. Wollte man mit Newton, um die Verhältnisse des Farbenbildes den Längen der Saiten anzupassen, den Anfangspunkt des Zählens um die ganze Länge des Farbenbildes von demselben entfernt annehmen, so daſs man zu Anfange des Rothen $\frac{1}{2}$, und zu Ende des Violetten 1 zählte: so würde man von diesem Punkte an bis zum Rothen ein weiſses oder vermischtes Licht annehmen müssen, und die erste Farbe oder der höchste Ton bestünde aus diesem Lichte und Roth, der folgende Ton aus diesem gemischten Lichte, Roth und Orange, u. s. w. Hierbei bemerkt der Herr v. Mairan, S. 241, mit Recht, daſs die Erfahrung nichts dergleichen zeige; keine Art einfaches oder zusammengesetztes Licht erfülle diesen angenommenen Raum. Indessen muſs er doch, wie billig, gestehen: *) daſs die farbigen Räume, in gewissen consonirenden Intervallen, als der Quinte und Quarte, sich gegen einander wie die Längen der consonirenden Saiten verhalten, deren Unterschiede sie sind. Mit unsern Namen der Töne ausgedrückt ist sein Beispiel folgendes: Wenn man die Länge der Saite *C* in 720 gleiche Theile theilt, so halte *D* 640,

*) A. a. O. der Uebers., S. 240, Nr. 3.

E 600, *F* 540, *G* 480, *A* 432, *H* 405 dieser Theile. Es verhalte sich aber *C* = 720 zur Quarte *F* = 540, wie das Intervall von *C* bis *D* = 80 zu dem Intervalle zwischen *F* und *G* = 60, und *D* = 640 verhält sich zur Quinte *A* = 432, wie das Intervall zwischen *D* und *E* = 40 zu dem Intervalle von *A* bis *H* = 27.

Diese richtigen Verhältnisse, in welchen die Breiten der Farben Violett und Grün mit den Längen der Prime und Quarte, und die Breite von Indigo und Orange mit den Längen der Prime und Quinte stehen, liessen mich hoffen, mehrere übereinstimmende Verhältnisse und mehrere Regelmässigkeit in dem Farbenbilde zu entdecken, und veranlassten mich, bei der musikalischen Tonleiter und den verschiedenen Temperaturen derselben zu verweilen.

Ich darf wohl hier nicht wiederholen, dass die Octave $\frac{1}{2}$, die Quinte $\frac{2}{3}$, die Quarte $\frac{3}{4}$ der Länge der Prime auf dem Monochord oder Sonometer hält, und übergehe daher die Verhältnisse der übrigen Töne. Aber dieses glaube ich anführen zu müssen, dass, wenn alle auf einander folgende Quinten eines Klaviers oder einer Orgel, als *CG*, *Gd*, *da* u. s. w., nach dem Verhältnisse 3 zu 2 rein gestimmt werden sollten, die Octaven weniger als $\frac{1}{2}$ der Prime, oder mehr als doppelt so viel Schwingungen, als diese enthalten, und sehr hörbare, mit jeder Octave sich verdoppelnde, Fehler verursachen wür-

Newtonische Verhältnisse u. Farben.	Eintheilung des Farbenbildes nach d. gleichschwebenden Temperatur.	Intervalle, nebst den Namen der Töne.	Intervalle, in Grade des Kreises verwandelt.
1	10000		
	Röthlich-Violett	562 C	40,5
Violett	9438		
	Violett	529 Cis	38
$\frac{8}{9}$	8909		
Indigo	Indigo	500 D	36
$\frac{5}{6}$	8409		
	Blau	472 Dis	34
Blau	7937		
	Hellblau	446 E	32
$\frac{3}{4}$	7491		
	Bläulich-Grün	420 F	30,3
Grün	7071		
	Gelblich-Grün	397 Fis	28,6
$\frac{2}{3}$	6674		
	Strohgelb	374 G	27
Gelb	6300		
	Gelb	354 Gis	25,5
$\frac{3}{5}$	5946		
Orange	Orange	334 A	24
$\frac{9}{16}$	5612		
	Hoch-Roth	315 B	22,7
Roth	5297		
	Dunkel-Roth	297 H	21,4
$\frac{1}{2}$	5000		

Daſs alle dieſe Farben, wenn man ſie etwas dünn aufträgt und bei ihren Breiten die angegebenen Verhältniſſe beobachtet, auf der Scheibe während des Drehens ein *ungefärbtes Weiſs* geben, iſt ſchon vorhin bemerkt worden; ich füge daher nur noch *einige Verſuche* bei, unter welchen der 3te Verſuch zu neuen Folgerungen Gelegenheit geben kann.

Ver-

Versuch 1.

Ich trug folgende Farben, welche, mit den Tönen verglichen, sehr auffallende *Dissonanzen* sind, in den Ring der Scheibe, und gab ihnen ihre verhältnissmässige Breite, wie sie die beigefügten Grade anzeigen.

Röthlich-Violett 127 Grad Violett 119 Indigo 114	gaben schön Violett
Indigo 127 Gr. Blau 119 Hellblau 114	gaben Himmelblau

Beide Farben waren sehr angenehm. Es erhellet also hieraus, *dass Dissonanzen in Farben ausgedrückt, keine ähnliche unangenehme Empfindung, wie dissonirende Töne verursachen.*

Versuch 2.

Ich trug folgende *Consonanzen*, 2 Quinten und 2 Quarten, auf die Scheibe; nämlich

die Quinte	C Röthlich Violett 216 Gr. G Strohgelb 144	gab röthlich Weiss
die Quinte	D Violett 216 Gr. A Orange 144	gab ein röthliches Violett
die Quarte	C Röthlich Violett 206 Gr. F Bläulich Grün 154	Himmelblau
und die Quarte	D Indigo 206 Gr. G Strohgelb 154	gab gelblich Grün.

Diese Farben waren zwar hell und rein, aber nicht schöner, als die Farben vorhergehender Dissonanzen.

Verſuch 3.

Nunmehr war mir noch zu unterſuchen übrig, *was die muſikaliſchen Accorde in Farben ausgedrückt, für Erſcheinungen darbieten würden.* Um aber bei dieſer einzigen und noch nicht vollſtändigen Octave alle Accorde zu bekommen, habe ich den Grundton bald unten, bald in die Mitte, bald oben ſetzen müſſen. Bei jeder Farbe ſind die Grade angegeben, welche ſie auf dem Ringe einnimmt.

1. *Accorde in dur geben beigeſetzte Erſcheinungen.*

Accord	Ton	Farbe	Grade	Erſcheinung
C	C	Röthlich Violett	146 Gr.	Weiſs, kaum merkbar röthlich
	E	Hellblau	116	
	G	Strohgelb	98	
Cis	Cis	Violett	146 Gr.	Weiſs, etwas grünlich
	F	Grün	116	
	Gis	Gelb	98	
D	D	Indigo	146 Gr.	Weiſs, grünlich
	Fis	Hellgrün	116	
	A	Orange	98	
Dis	Dis	Blau	146 Gr.	Weiſs, bläulich
	G	Strohgelb	116	
	B	Hellroth	98	
E	E	Hellblau	146 Gr.	Weiſs, gelblich
	Gis	Gelb	116	
	H	Roth	98	
F	C	Röthlich Violett	153,7 Gr.	Weiſs, kaum merkbar röthlich
	F	Grün	115,1	
	A	Orange	91,3	

Accord	Ton	Farbe	Grad	Ergebnis
Fis	Cis	Violett	153,7 Gr.	Weiſs, grünlich
	Fis	Hellgrün	115	
	B	Hellroth	91,3	
G	D	Indigo	153,7 Gr.	Weiſs, kaum merkbar röthlich
	G	Strohgelb	115	
	H	Roth	91,3	
Gis	C	Röthlich Violett	145,5 Gr.	Weiſs, etwas gelblich
	Dis	Blau	122,5	
	Gis	Gelb	92	
A	Cis	Violett	145,5 Gr.	Weiſs, röthlich
	E	Hellblau	122,5	
	A	Orange	92	
B	D	Indigo	145,5 Gr.	Weiſs, kaum merkbar bläulich
	F	Grün	122,5	
	B	Hellroth	92	
H	Dis	Blau	145,5 Gr.	Weiſs, grünlich
	Fis	Hellgrün	122,5	
	H	Roth	92	

2. *Die Accorde in mol geben Folgendes:*

Accord	Ton	Farbe	Grad	Ergebnis
C	C	Röthlich Violett	144 Gr.	Weiſs, kaum merkbar röthlich
	Dis	Blau	121	
	G	Strohgelb	95	
Cis	Cis	Violett	144 Gr.	Weiſs, gelblich
	E	Hellblau	121	
	Gis	Gelb	95	
D	D	Indigo	144 Gr.	Weiſs, ſehr wenig grünlich
	F	Grün	121	
	A	Orange	95	

Accord	Ton	Farbe	Grade	Mischung
Dis	Dis	Blau	144 Gr.	Weiſs, grünlich
	Fis	Hellgrün	121	
	B	Hellroth	95	
E	E	Hellblau	144 Gr.	Weiſs, röthlich
	G	Strohgelb	121	
	H	Roth	95	
F	C	Röthlich Violett	151,5 Gr.	Weiſs, grünlich
	F	Grün	113	
	Gis	Gelb	95,5	
Fis	Cis	Violett	151,5 Gr.	Weiſs, bläulich
	Fis	Hellgrün	113	
	A	Orange	95,5	
G	D	Indigo	151,5 Gr.	Weiſs, röthlich
	G	Strohgelb	113	
	B	Hellroth	95,5	
Gis	Dis	Blau	151,5 Gr.	Weiſs, ein wenig gelblich
	Gis	Gelb	113	
	H	Roth	95,5	
A	C	Röthlich Violett	151 Gr.	Weiſs, kaum merkbar röthlich
	E	Hellblau	119,5	
	A	Orange	89,5	
B	Cis	Violett	151 Gr.	Weiſs, kaum merkbar bläulich
	F	Grün	119,5	
	B	Hellroth	89,5	
H	D	Indigo	151 Gr.	Weiſs, ſehr wenig grünlich
	Fis	Hellgrün	119,5	
	H	Roth	89,5	

Hier iſt bemerkenswerth, daſs *alle Accorde*, ſo wohl die in *dur* als in *mol*, *ſich dem reinen Weiſs ſehr nähern*, und daſs man bei *C dur*, *F dur*, *G dur*, *B dur*, *C mol*, *A mol* und *B mol* nur bei Vergleichung

mit sehr weissem Papiere, oder mit einem andern sehr weissen Körper eine schwache Abweichung findet. Da nun eine genaue Nachahmung aller Farben des Prisma sehr schwer ist, so kann ich nicht bestimmen, ob diese schwachen Abweichungen von Weiss nothwendig, oder ob sie der unvollkommenen Nachahmung zuzuschreiben sind. Wenn man jedoch die Versuche des Hrn. Professor Wünsch, *) aus welchen er schliesst, dass das weisse Licht aus den drei Grundfarben, Roth, Grün und Veilchenblau bestehn, mit den Erscheinungen vergleicht, welche *B dur* und *B mol* bei meinen Versuchen geben: so dürften die beiderseitigen Versuche einander zur Bestätigung dienen, und man würde nicht ganz ohne Grund vermuthen können, *dass das weisse Licht nicht bloss von den drei Farben, Roth, Grün und Veilchenblau, sondern von jedem Farben-Accorde, oder von drei solchen Farben hervorgebracht werde, welche in demselben Verhältnisse, wie die musikalischen Accorde, gegen einander stehen.*

*) *Versuche und Beobachtungen über die Farben des Lichts.*

IV.

UNTERSUCHUNGEN über *die Fortpflanzung der Wärme durch verschiedene Mittel*,

von

Benjamin Grafen von Rumford in London. *)

INHALT.

Beschreibung der Instrumente, die zu diesen Versuchen, besonders mit der Torricellischen Leere, gebraucht wurden. Die Wärme pflanzt sich in der Torricellischen Leere mit grösserer Schwierigkeit fort, als in der Luft. Verhältniss des Wärmeleitungsvermögens der Torricellischen Leere, der gewöhnlichen Luft, der Gasarten, feuchter und verdünnter Luft, des Quecksilbers und des Wassers gegen einander, durch Versuche bestimmt.

Verhältnissmässige Wärme verschiedener Stoffe, die zur Kleidung dienen. Wie diese ihre Wärme abhängt von ihrer Dichtigkeit, Structur oder chemischen Beschaffenheit. Ver-

*) Der in den *Annalen*, III, 365, Anm., versprochene, sehr zusammengedrängte Auszug aus des Grafen Rumford's *Essay* VIII, welcher im zweiten Theile seiner *Essay's* von S. 389 — 465 geht, und in zwei Kapiteln Untersuchungen enthält, die zwar zu den ältern Rumfordschen gehören, doch, selbst wenn sie minder interessant wären, schon deshalb hier eine Stelle verdienen, weil sie zeigen, wie Graf Rumford auf seine Lehre von dem Nichtleitungsvermögen aller Flüssigkeiten für Wärme kam. *d. H.*

suche mit Holzkohle, Lampenschwärze, Holzasche, Semen Lycopodii. Alle diese Versuche zeigen, dass die Luft in den Zwischenräumen dieser Stoffe grossen Antheil an ihrer stärkern Nichtleitung der Wärme habe. Wie sie die Luft in der Fortpflanzung der Wärme hindern. — Entscheidender Versuch, dass die Luft ein vollkommner Nichtleiter der Wärme ist. — Interessante Erscheinungen, die sich daraus in der Natur erklären lassen. — Zusammenhang dieser Abhandlung mit den übrigen des Grafen Rumford.

Aus der auffallenden Aehnlichkeit des elektrischen Fluidums und der Wärme in Rücksicht ihrer *Leiter* und *Nichtleiter*, (da fast alle gute Leiter der Elektricität auch gute Wärmeleiter sind, und Körper, die jene schlecht leiten, auch diese nur schecht fortpflanzen,) glaubte ich schliessen zu dürfen, dass sich die Wärme in der *Torricellischen Leere* sehr leicht fortpflanzen würde, weil sie dem elektrischen Fluido einen so leichten Durchgang gewährt. Dieses nahm ich mir vor durch Versuche zu bewähren. Die gewöhnlichen Versuche mit Körpern, die unter der Glocke einer Luftpumpe erwärmt und abgekühlt werden, können hierüber nichts entscheiden, weil sich eines Theils durch die Luftpumpe kein völlig luftleerer Raum hervorbringen läst, andern Theils auch der feuchte Dunst, der von dem nassen Leder und dem Oehle in der Maschine aufsteigt, die Glocke mit einer wässerigen Flüssigkeit füllt, die, so sehr sie auch verdünnt ist, doch noch einen grossen Theil Wärme fortpflanzt. Ich musste daher auf andere Vorkehrungen denken.

Ein noch nicht gefülltes Thermometer, mit einem kugelförmigen Behältnisse von $\frac{1}{2}$ par. Zoll Durchmesser, wurde mit diesem Behältnisse in der Mitte einer grösern hohlen Glaskugel, von $1\frac{3}{4}$ par. Zoll Durchmesser, deren Hals ich an die Thermometer-Röhre, $7\frac{1}{2}$ Linie über das Quecksilberbehältniss anschmolz, so befestigt, dass die Kugel von aller Gemeinschaft mit der äussern Luft abgeschnitten war. Aus dem Boden der Glaskugel ging eine kleine hohle Röhre oder ein Zapfen hervor, und an diese war eine gemeine 32 Zoll lange Barometer-Röhre angeschmolzen. Mittelst ihrer liess sich die Glaskugel rings um den Thermometer-Behälter und dann diese Röhre selbst mit heissem Quecksilber füllen, das zuvor durch Kochen von aller Luft und Feuchtigkeit befreit worden war. Der ganze Apparat wurde dann sorgsam umgekehrt und das offene Ende der Röhre in ein Gefäss mit Quecksilber gestellt, worauf das Quecksilber aus der Glaskugel bis auf die Barometer-Höhe, (damahls 28 engl. Zoll,) herabsank und so um den Thermometer-Behälter eine Torricellische Leere bildete. Nun schmolz ich die Röhre, vorm Löthrohre, etwa $\frac{3}{4}$ Zoll unter der Glaskugel zu, und schnitt mit einer feinen Feile den übrigen Theil der Barometer-Röhre ab. Das Thermometer ward nachher auf die gewöhnliche Art mit Quecksilber gefüllt, und so besass ich ein Thermometer, dessen unterer Theil in die Mitte einer *Torricellischen Leere* eingeschlossen war. Fig. 3, Taf. VI.

Versuch 1. Dieses Instrument setzte ich in ein Gefäss mit Wasser, von 18° Reaum. Temperatur, und liess es darin so lange, bis das Queckfilber im Thermometer gleichfalls auf 18° stand; dann nahm ich es heraus und stürzte es schnell in ein Gefäss mit kochendem Wasser; und indem ich es an dem Ende der Röhre so in Wasser, (das beständig im Kochen erhalten wurde,) hielt, dass die Glaskugel nur gerade untergetaucht war, bemerkte ich die Anzahl der Grade, zu welcher in den verschiedenen Zeit-Momenten von dem Augenblicke des Eintauchens an, das Queckfilber in dem Thermometer stieg. So fand ich, dass, nach 1′ 30″, das Queckfilber von 18° bis 27°; nach 4′ bis 44°,9, und nach Verlauf von 5′ bis auf 48°,2 gestiegen war.

Versuch 2. Ich nahm das Instrument aus dem kochenden Wasser, brach, nachdem es abgekühlt war, ein Stück von der hermetisch verschlossenen Röhre an der äussern Glaskugel ab, so dass diese sich nun mit Luft rings um die Thermometer-Kugel füllte, und schmolz darauf wieder die kleine Röhre am Boden der Glaskugel vor dem Löthrohre zu. Mit dem so veränderten Instrumente wiederhohlte ich den vorigen Versuch, mit allen Umständen, und fand nun folgendes periodische Steigen des Queckfilbers im Thermometer, von 18° an:

Zeit, wie lange das Thermometer im kochenden Waſſer war.		Erlangte Wärme, da es zu Anfang auf 18° R. ſtand.
0′	45″	27°
1	0	34,4
2	10	44,9
2	40	48,2
4	0	56,2
5	0	60,9

Aus dieſem Verſuche erhellt ſehr deutlich, daſs die Torricelliſche Leere, die dem elektriſchen Fluido einen ſo leichten Durchweg darbietet, weit entfernt, ein guter Wärmeleiter zu ſeyn, vielmehr ein ſchlechterer Leiter derſelben, als die gemeine Luft iſt, die doch ſelbſt zu den ſchlechteſten Wärmeleitern gehört. Denn in dem letzten Verſuche, als der Thermometer-Behälter mit Luft umgeben und das Inſtrument ins kochende Waſſer getaucht war, ſtieg in 45 Sekunden das Queckſilber von 18° bis 27°; da hingegen es im erſten Verſuche, von einer Torricelliſchen Leere umſchloſſen, 1′ 30″ Zeit bedurfte, um im kochenden Waſſer dieſen Grad der Wärme zu erreichen. In der Torricelliſchen Leere brauchte es 5 Minuten, um bis auf 48°,2 zu ſteigen; in der Luft hingegen ſtieg es zu dieſer Höhe in 2′ 40″. Das Verhältniſs der Zeiten bei den andern Beobachtungen iſt beinahe daſſelbe, als in dieſen.

Beide Verſuche wurden zu *Manheim* den erſten Juli 1785 in Gegenwart der Herren Hemmer, Prof. der kurfürſtl. Akademie der Wiſſenſchaften, und Artaria, meteorologiſchen Inſtrument-Ma-

chers bei der Akademie, angestellt, die mir dabei hülfreiche Hand leisteten.

Da ich die Verfertigung des gebrauchten Instruments sehr mühsam und schwer fand, weil man bei dem Anschmelzen der Glaskugel an die Thermometer-Röhre diese leicht verschliessen, oder auf eine andere Art verletzen kann; so dachte ich auf eine bequemere Einrichtung.

Ich liess an das Ende einer ungefähr 11 Zoll langen Glasröhre, die beinahe $\frac{3}{4}$ Zoll im Lichten hatte, eine hohle Kugel von $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser anblasen, in deren Boden sich eine $\frac{3}{4}$ Zoll weite, 1 Zoll lange Röhre befand, und verengerte dann die erste Röhre, ungefähr 2 Zoll über der Kugel, vor dem Löthrohre so, dass die Röhre meines Thermometers gerade hineinpasste. Dieses Thermometer hatte wiederum eine Kugel von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, über welcher der Gefrierpunkt ungefähr $2\frac{3}{4}$ Zoll lag. Dieser Punkt und jeder der andern 80 Grade waren mit feinen um die Röhre gewundenen Seidenfäden, die, mit Lackfirniss angefeuchtet, fest an der Röhre anklebten, bezeichnet, und so wurde das Thermometer in die oben beschriebene Glasröhre, durch die Oeffnung im Boden der Glaskugel, so weit hineingeschoben, dass der Mittelpunkt des Thermometer-Behälters gerade in den Mittelpunkt der Glaskugel zu stehen kam. Ich bezeichnete mir hierauf eine Stelle auf der gläsernen Röhre, ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll über dem Siedepunkte des eingeschlossenen Thermometers, nahm dieses heraus, um die Glasröhre

an jener Stelle ebenfalls zu verengern und etwa ½ Zoll darüber abzuſchneiden, ſteckte dann das Thermometer zum letzten Mahle hinein, das nun oben etwas über die verengerte Stelle der Glasröhre herausragte, und verſchloſs dann an der Lampe die Oeffnung im Boden der Glaskugel. Darauf ſtellte ich mittelſt des obern herausragenden Endes der Thermometer-Röhre den Thermometer-Behälter ſo genau als möglich in die Mitte der hohlen Glaskugel, und ſchmolz an die Thermometer-Röhre ein Glaskügelchen an, das etwas gröſser als die Oeffnung der hohlen Glasröhre an der obern verengerten Stelle war, und indem es auf dieſer ruhte, das Thermometer mit dem Mittelpunkte ſeines Behälters in der Mitte der ihn umſchlieſsenden Glaskugel ſchwebend erhielt. Das oberſte Ende der Glasröhre über der obern Verengerung ward nun vor dem Löthrohre zu einer koniſchen Spitze ausgezogen und an eine Barometerröhre angeſchmolzen; vermittelſt welcher, wie zuvor, durch hineingegoſſenes Queckſilber, die Glasröhre und die Kugel, welche das Thermometer umſchloſſen, vollkommen luftleer gemacht, und zuletzt das Ende der Glasröhre hermetiſch verſiegelt und von der Barometer-Röhre getrennt wurde. So befand ſich nun das Thermometer wiederum mitten in einer Torricelliſchen Leere; Fig. 4, Taf. VI.

Solcher Inſtrumente verfertigte ich zwei, ſo viel möglich, genau von einerlei Gröſse: das *erſte*, No. 1, von aller Luft befreit; das *zweite*, No. 2, mit her-

metisch verschlossener Luft gefüllt. Mit ihnen machte ich den 11ten Juli 1785 zu *Manheim* zwischen 10 und 12 Uhr noch folgende Versuche. Das Wetter war schön und heiter; das Barometer stand auf 27 Zoll 11 Linien, Reaumür's Thermometer auf 15° und das Federkiel-Hygrometer der Manheimer Akademie auf 47°.

Versuch 3 — 6. Ich stellte beide Instrumente in eine Mischung von zerstossenem Eise und Wasser, so lange bis das Quecksilber der eingeschlossenen Thermometer auf 0° gefallen war, dann nahm ich sie heraus, tauchte sie plötzlich in ein grosses Gefäss mit kochendem Wasser, und bemerkte wiederum die Zeit, die das Quecksilber brauchte, um sich in den Thermometern von 10 zu 10 Graden, von 0° bis 80°, zu erheben. Das Wasser wurde beständig kochend erhalten, und die Instrumente immer nur so weit eingetaucht, dass die Oberfläche des Wassers bis an den Null-Punkt reichte. Diese Versuche wiederhohlte ich zweimahl mit der grössten Sorgfalt, und aus der folgenden Tafel kann man das Resultat derselben ersehn.

Thermometer 1.			Thermometer 2.		
Zeit des Steigens von 10° zu 10°		Erlangte Wärme	Zeit des Steigens von 10° zu 10°		Erlangte Wärme
Verſ. 3.	Verſ. 4.	von 0° an.	Verſ. 5.	Verſ. 6.	von 0° an.
0′ 51″	0′ 51″	10°	0′ 30″	0′ 30″	10°
0 59	0 59	20	0 35	0 37	20
1 1	1 2	30	0 41	0 41	30
1 18	1 22	40	0 49	0 53	40
1 24	1 23	50	1 1	0 59	50
2 0	1 51	60	1 24	1 20	60
3 30	3 6	70	2 45	2 25	70
11 41	10 27	80	9 10	9 38	80
22 44	21 1	die ganze Zeit des Steigens von 0° bis 80°	16 55	17 3	die ganze Zeit, die nöthig war, das Thermometer von 0° bis 80° zu erwärmen.

Thermometer 1.			Thermometer 2.		
Total-Zeit von 0° bis 70°			Total-Zeit von 0° bis 70°		
In Verſuch 3	11′	3″	In Verſuch 5	7′	45″
In Verſuch 4	10′	34″	In Verſuch 6	7′	25″
Mittelzahl =	10′	$48\frac{1}{2}$″	Mittelzahl	7′	35″

Aus dieſen Verſuchen erhellt, daſs unter den beſchriebenen Umſtänden die leitende Kraft der Luft zu der der Torricelliſchen Leere ſich umgekehrt verhält, wie $7\frac{35}{60}$ zu $10\frac{48\frac{1}{2}}{60}$; oder beinahe wie 1000 zu 702.

In dieſen Verſuchen drang die Wärme in den untern Behälter des Thermometers durch das ihn umgebende Medium. Um dieſen Verſuch *umgekehrt* anzuſtellen und die Wärme aus dem Thermometer herausziehen zu laſſen, ſtellte ich die Inſtrumente in kochendes Waſſer, bis ſie die Temperatur deſſelben erhalten hatten, dann nahm ich ſie heraus, tauchte ſie ſchnell in eine Miſchung von geſtoſsenem Eiſe

und Waffer, und fand die Zeit, die fie zum Abkühlen brauchten, wie folget:

Thermometer 1.				Thermometer 2.			
Zeit des Sinkens von 10° zu 10°			Erlangte Wärme von 80° an.	Zeit des Sinkens von 10° zu 10°.			Erlangte Wärme von 80° an.
Verf. 7.		Verf. 8.		Verf. 9.		Verf. 10.	
0′ 58″		0′ 54″	70°	0′ 33″		0′ 33″	70°
1 2		1 2	60	0 39		0 34	60
1 17		1 18	50	0 44		0 44	50
1 46		1 37	40	0 55		0 55	40
2 5		2 16	30	1 17		1 18	30
3 14		3 10	20	1 57		1 57	20
5 42		5 59	10	3 44		3 40	10
Nicht beobachtet			0	40 10		Nicht beobachtet	0

Ganze Zeit des Abkühlens von 80° bis 10°			Ganze Zeit des Abkühlens von 80° bis 10°		
In Verfuch 7	16′	4″	In Verfuch 9	9′	49″
In Verfuch 8	16′	16″	In Verfuch 10	9′	41″
Mittelzahl	16′	10″	Mittelzahl	9′	45″

Aus diefen Verfuchen erfieht man, dafs die leitende Kraft der Luft zu der der Torricellifchen Leere fich umgekehrt verhält, wie $9\frac{45}{60}$ zu $16\frac{10}{60}$, oder wie 1000 zu 603.

Um zu fehen, ob daffelbe Gefetz fich auch beftätigen würde, wenn man das erwärmte Thermometer, ftatt im gefrierenden Waffer, blofs in *freier Luft* fich abkühlen läfst, machte ich folgende Verfuche. Die Thermometer, No. 1 und 2, wurden, wie bei den letztern Verfuchen, wieder in kochendem Waffer bis zu 80° erwärmt und dann in der Mitte einer grofsen Stube, deren Luft in vollkommener Ruhe und von 16° Reaum. Wärme war, aufgehängt.

Verſuch 11.	Thermometer 1.
Zeit von 10° zu 10°.	Abnahme der Wärme von 80° an.
Nicht bemerkt	70°
1′ 24″	60
1 44	50
2 28	40
4 16	30
10 12 die ganze Zeit des Abkühlens von 70° bis 30°.	

Verſuch 12.	Thermometer 2.
Zeit von 10° zu 10°.	Abnahme der Wärme von 80° an.
Nicht bemerkt	70°
0′ 51″	60
1 5	50
1 34	40
2 41	30
6 11 die ganze Zeit des Abkühlens von 70° bis 30°.	

Hier ſcheint der Unterſchied in den leitenden Kräften der Luft und der Torricelliſchen Leere beinahe derſelbe, wie in den vorhergehenden Verſuchen zu ſeyn. Das Verhältniſs derſelben war umgekehrt wie $6\frac{11}{60}$ zu $10\frac{12}{60}$ oder wie 1000 zu 605. Die Zeit der Abkühlung von 80° bis 70° konnte ich nicht beobachten, weil ich innerhalb derſelben mit dem Aufhängen der Inſtrumente beſchäftigt war.

Da man gegen die Schlüſſe, welche Graf Rumford aus dieſen Verſuchen zieht, vielleicht einwenden könnte, daſs, ungeachtet aller Sorgfalt, die beiden Inſtrumente in allen Stücken vollkommen gleich zu machen, ſie doch leicht ſo ſehr in Geſtalt und Gröſse von einander abweichen konnten, daſs daraus ein ſehr anſehnlicher Irrthum in dem Reſultate dieſer Verſuche veranlaſst werden muſste; ſo wiederhohlte er mit dem Inſtrumente No. 1 den Verſuch 1 und 2 ganz nach der vorhin beſchriebenen Art, (Verſuch 13, 14, deren Detail er zwar mittheilt, ich hier aber übergehe.) Aus dieſen Ver-

fuchen mit demfelben Inftrumente, das ein Mahl eine Torricellifche Leere bildete, das zweite Mahl, (bei 27″ 11‴ Barometer-Höhe, 15° Thermometer- und 47° Hygrometer-Stand,) hermetifch verfchloffene Luft enthielt, folgt, dafs die leitende Kraft der gemeinen atmofphärifchen Luft fich zu der der Torricellifchen Leere umgekehrt verhält, wie $7\frac{40}{60}$ zu $11\frac{4}{60}$, oder wie 1000 zu 602, welches nur fehr wenig von dem Refultate der vorhergehenden Verfuche abweicht. Ein Zeichen, dafs aus der geringen Verfchiedenheit in beiden Inftrumenten kein merklicher Irrthum in den Refultaten entftand.

Neugierig, zu wiffen, fährt der Graf fort, ob eine beträchtliche Verfchiedenheit in der Gröfse diefer Inftrumente auf den Verfuch Einflufs habe, verfah ich mich mit einem dritten Inftrumente, das von den vorigen in der Gröfse, auch etwas in der Geftalt abwich. Das Thermometer-Behältnifs war gerade fo wie vorhin, die Thermometer-Röhre aber enger, und daher die mit verfchiedenfarbigen Seidenfäden bezeichneten Grade beträchtlich gröfser. Die hohle Glaskugel um das Thermometer hatte dagegen nun 3 Zoll $7\frac{1}{2}$ Linie und die daran befindliche Glasröhre 8 Linien im Durchmeffer. Letztere war ein wenig länger als die Thermometer-Röhre und nirgends verengt, fondern vollkommen cylindrifch; ein ftark überfirnifster einlutirter Holzftöpfel verfchlofs ihr oberes Ende luftdicht, und hielt zugleich das darein befeftigte Thermometer in der gehörigen Lage, wozu überdies eine kleine an der

Thermometer-Röhre, unter dem Null-Punkte angebrachte stählerne Feder mit drei auswärts hervorspringenden Spitzen, die sich an die innere Seite des Glas-Cylinders andrückten, mitwirkte. Das ganze Instrument, von dem Boden der Kugel bis zur äusserſten Spitze, war 18 Zoll lang, und der Gefrierpunkt lag 3 Zoll über dem Thermometer-Behälter, also ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll über der Verbindung des Glas-Cylinders mit der Kugel. Durch den Stöpsel, der das Ende des Glas-Cylinders verschloss, gingen noch zwei kleine darein eingeküttete Glasröhren, die 1 Linie weit waren, ungefähr 1 Linie über den Stöpsel hervorragten, und wenn es nöthig war, mit kleinen Stöpseln verstopft wurden; sie dienten, Luft oder ein anderes Fluidum in die Glaskugel zu bringen, ohne dass man dazu den Stöpsel des Cylinders abnehmen durfte.

Mit diesem Instrumente, das ich Thermometer N. 3 nenne, (Fig. 5,) machte ich den 18. Juli 1785 des Nachmittags folgenden Versuch. Das Wetter war veränderlich, Wolken und Sonnenschein wechselten, der Wind wehte stark aus S. O., und dann und wann regnete es etwas. Das Barometer stand auf 27 Zoll $10\frac{1}{2}$ Linie, das Thermometer auf 18°, das Hygrometer wankte von 44° bis zu ausserordentlicher Feuchtigkeit. Die Glaskugel war bei diesem Versuche voll Luft, das Verfahren gerade so wie in Versuch 4 und 5, daher ich zur Vergleichung das Mittel aus diesen beiden Versuchen daneben setze.

Versuch 15. mit Thermometer 3.

Zeit von 10° zu 10°.		Angenommene Wärme von 0° an in kochendem Wasser.
0′	33″	10°
0	38	20
0	44	30
0	51	40
1	7	50
1	28	60
2	28	70
9	0	80
16	59	ganze Zeit des Erwärmens von 0° bis 80°.

Zeit des Erwärmens von 0° bis 70°: 7′ 59″.

Versuch 4 und 5 im Mittel, mit Thermometer 2.

Zeit von 10° zu 10°.		Angenommene Wärme von 0° an.
0′	30″	10°
0	36	20
0	41	30
0	51	40
1	0	50
1	22	60
2	35	70
9	24	80
16	59	ganze Zeit des Erwärmens von 0° bis 80°.

Zeit des Erwärmens von 0° bis 70°: 7′ 35″.

Wenn die Uebereinſtimmung dieſer mit den Thermometern N. 2 und 3 angeſtellten Verſuche mich überraſchte, ſo war ich deſto mehr über die Abweichung in dem folgenden Verſuche überraſcht.

Verſuch 16. Nachdem ich das Thermometer N. 3 aus dem kochenden Waſſer herausgenommen hatte, hing ich es ſogleich in die Mitte einer groſsen Stube, wo die Luft ganz ruhig und die Temperatur 18°$\frac{1}{4}$ R. war, und bemerkte folgende Zeiten des Abkühlens.

Zeit von 10° zu 10°.		Wärmeabnahme von 80° an.
1′	55″	70°
0	12	60
0	33	50
2	15	40
4	0	30
9	55	ganze Zeit des Abkühlens von 80°

bis 30°; und 8′ = Zeit des Abkühlens von 70° bis 30°. Diese Zeit des Abkühlens von 70° bis 30° betrug aber in Versuch 12 mit Thermometer No. 2 nur 6′ 11″. Eben so währte das Abkühlen von 60° bis 30° bei Thermometer N. 3 7′ 48″, bei Thermometer N. 2 nur 5′ 20″. Die Luft der Stube war zwar bei dem frühern Versuche um $2\frac{1}{4}$° kühler als bei diesem letztern mit Thermometer 3; doch konnte diese Temperatur-Verschiedenheit unmöglich allein einen so in die Augen fallenden Unterschied in den Resultaten der Versuche veranlassen. Nimmt etwa die Luft die Wärme mit mehrerer Bereitwilligkeit auf, als sie sich von ihr trennt? — Diese Frage verdient eine weitere Nachforschung; für jetzt will ich sie indess dahin gestellt seyn lassen, und in der Mittheilung meiner Versuche fortfahren.

Da die Gewissheit *des Durchganges der Wärme durch die Torricellische Leere*,* und die so viel als möglich genaue Kenntniss von dem Gesetze ihrer Bewegung durch dieselbe, für unsre Kenntniss von der Natur der Wärme von Wichtigkeit ist, ich auch befürchten muss, dass einige die eben beschriebenen Versuche als Beweise dieses Durchganges zuzulassen, aus dem Grunde anstehn möchten, weil die eingeschlossene Thermometer-Röhre mit den sie umschliessenden Glaskugeln und Cylindern in Berührung waren, folglich die Wärme durch die verbundenen Glaswände ihnen zugeführt seyn konn-

te; *) so stellte ich folgenden Versuch an, um jenen Durchgang ausser allen Zweifel zu setzen.

Ich hing in der Mitte eines birnförmigen Glaskörpers, dessen Länge ungefähr 8 Zoll und dessen grösster Durchmesser $2\frac{1}{2}$ Zoll betrug, mittelst eines feinen Seidenfadens ein kleines 5^{1} Zoll langes Quecksilber-Thermometer frei schwebend an eine kleine Stahlfeder auf. Diese Feder war in eine kleine an das oberste Ende des Glaskörpers angeblasene Höhlung hineingezwängt. Im Boden des Glaskörpers war wiederum eine Oeffnung, um das Thermometer hineinzubringen, und mittelst einer angeschmolzenen Barometer-Röhre und ausgekochten Quecksilbers, wie zuvor, den innern Raum des Glaskörpers luftleer zu machen, worauf man diese Oeffnung hermetisch verschloss und die Barometer-Röhre abschnitt. Da in diesem Instrumente das eingeschlossene Thermometer den Glaskörper nirgends berührte, sondern rund herum über 1 Zoll weit von der innern Oberfläche desselben abstand, so ist es klar, dass alle die Wärme, die in oder aus dem Thermometer ging, durch die umgebende Torricellische Leere ihren Durchweg genommen haben musste. Denn es lässt sich nicht denken, dass der

*) Ein Zweifel, den besonders der selige Gren diesen Rumfordischen Versuchen an mehrern Orten entgegensetzte, und wesshalb er keine Rücksicht auf sie nahm und ihren Werth unter Verdienst herabwürdigte. d. H.

feine Seidenfaden, an welchem das Thermometer hing, irgend eine merkliche Wärme Quantität fortpflanzen konnte. *) Mit diesem Instrumente glaube ich daher den Durchgang der Wärme durch die Torricellische Leere in folgenden Versuchen außer allen Zweifel gesetzt zu haben, hinderte mich gleich ein unglücklicher Zufall, diese Versuche so weit, als ich es Willens war, fortzusetzen.

Ich befestigte das Instrument an ein kleines hölzernes Fussgestell in senkrechter Lage, stellte daneben das Thermometer No. 2, das in der Glaskugel mit Luft umgeben war, und bemerkte nun die Wirkungen in beiden bei abwechselnder Wärme der Stubenluft, wobei sich sehr bald zeigte, daſs die Wärme durch die Torricellische Leere zwar durchdrang, aber mit viel gröſserer Schwierigkeit als durch die gemeine Luft. Ich tauchte nun beide Thermometer in ein Gefäſs mit kaltem Wasser; und wiederum fiel das Queckſilber des mit Luft umgebenen Thermometers viel schneller, als das in der Torricellischen Leere. Ich nahm sie darauf aus dem kalten Wasser heraus und tauchte sie in heiſses; und das mit der Torricellischen Leere umgebene Thermometer zeigte sich auch hier viel weniger empfindlich, als das mit Luft umgebene.

*) Vielleicht wäre es doch der Mühe werth gewesen, auch noch diesen Zweifel durch einen leicht anzustellenden Versuch zu heben. *d. H.*

Um die Verſuche in der gehörigen Form mit gefrierendem und kochendem Waſſer zu wiederhollen, hatte ich damahls gerade nicht alles bei der Hand. Ich benutzte aber die erſte Gelegenheit, die mit den Inſtrumenten No. 1 und No. 2 gemachten Verſuche auch mit dieſem Inſtrumente zu wiederhohlen, ſtellte es dabei in eine Miſchung von geſtoſsenem Eiſe und Waſſer, und tauchte es, als das eingeſchloſſene Thermometer auf 0° gefallen war, ſchnell in kochendes Waſſer. Unglücklicher Weiſe ſprang aber hierbei der Glaskörper, da, wo er hermetiſch verſiegelt war, und ſeitdem habe ich noch keine Gelegenheit gehabt, mich mit einem ähnlichen Inſtrumente aufs neue zu verſehen.

Es gehörte mit zu meinem Plane, *die leitenden Kräfte der künſtlichen Luftarten* oder *Gaſſe zu prüfen*. Das Thermometer No. 3 war zu dieſen Verſuchen eingerichtet, und ich fing mit der *fixen Luft* an, mit der ich die das Thermometer umgebende Glaskugel und den Cylinder, unter Waſſer, füllte, worauf die beiden kleinen Röhren des groſsen Stöpſels, der das Ende des Cylinders verſchloſs, verſtopft wurden. Das Inſtrument wurde wiederum in gefrierendem Waſſer bis auf 0° gebracht und dann in kochendes Waſſer getaucht. Hierbei ereignete ſich aber ein Umſtand, der den Verſuch plötzlich unterbrach. Das Queckſilber im Thermometer fing nämlich mit einer ſo ungewöhnlichen Geſchwindigkeit an zu ſteigen, daſs es ſchon über die erſten 10° hinaus war, ehe ich es ins Auge faſste,

und bald darauf wurde der Stöpfel aus dem Ende des Cylinders mit einem ſtarken Knalle herausgeworfen und das daran befeſtigte Thermometer zerbrochen.

Dieſer verunglückte Verſuch beendigte zwar für dieſes Mahl die Unterſuchung mit Gasarten, führte mich aber zu andern nicht minder intereſſanten Unterſuchungen. Ich ſchrieb die Exploſion der Ausdehnung des Waſſers zu, das beim Füllen an der innern Fläche der Glaskugel und des Cylinders zurückgeblieben ſeyn, und auch das ſchnelle Aufſteigen des Queckſilbers bewirkt haben möchte. Dieſe Vermuthung führte mich darauf, die *Wärme leitende Kraft* der *feuchten*, *mit Waſſer geſättigten Luft* zu unterſuchen.

Zu dem Ende verſah ich mich mit einem neuen Inſtrumente, No. 4, dem vorigen ähnlich, nur daſs jetzt der hohle Glas-Cylinder $\frac{2}{3}$ Zoll weit und 14 Zoll lang war, die Kugel $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer hatte, und das Thermometer allein von dem 2 Zoll langen Korkſtöpfel, durch den es ging, und der den Glas-Cylinder verſchloſs, feſt gehalten wurde, (Fig. 6.) Die beiden dünnen Glasröhren, welche überdies durch den Stöpfel gingen, wurden jetzt nur leicht verſtopft, damit ſie bei einem beträchtlichen Drucke der verſchloſſenen Luft oder des Dunſtes herausgeſtoſsen, und ſo das Inſtrument geſichert werden möchte. Saſs gleich das Thermometer bei dieſer Befeſtigungsart minder unbeweglich als in den 3 vorigen Inſtrumenten, indem es bei einer plötzli-

chen Bewegung etwas zitterte und ſchwankte; ſo zog ich ſie doch den vorigen vor, weil hier der untere Theil des Thermometers frei ſchwebte, ohne den Glas-Cylinder unmittelbar, oder durch eine Stahlfeder zu berühren, mithin durch die feſte Verbindung noch weniger konnte Wärme zugeführt erhalten.

Vermehrt die Feuchtigkeit die leitende Kraft der Luft? Zur Entſcheidung dieſer Frage ſtellte ich folgenden Verſuch an, wobei das Inſtrument No. 4 in gefrierendem Waſſer auf 0° gebracht, und dann in kochendes Waſſer getaucht wurde. Das Wetter war ſchön und heiter, das Barometer ſtand auf 27 Zoll 8 Linien, das Thermometer auf 19°, und das Federkiel-Hygrometer der Mannheimer Akademie auf 44°.

Verſuch 17, mit Luft von 44° Trockenheit nach dem Mannheimer Federkiel-Hygrometer.		Verſuch 18, mit Luft, die durch Benäſſen der innern Seite des Cylinders und der hohlen Glaskugel möglichſt feucht gemacht war.	
Zeit von 10° zu 10°.	Erlangte Wärme von 0° an.	Zeit von 10° zu 10°.	Erlangte Wärme von 0° an.
0′ 34″	10°	0′ 6″	10°
0 39	20	0 4	20
0 44	30	0 5	30
0 51	40	0 9	40
1 6	50	0 18	50
1 35	60	0 26	60
2 40	70	0 43	70
Nicht beobachtet	80	7 45	80
8′ 9″ ganze Zeit des Erwärmens von 0° bis 70°.		1′ 51″ ganze Zeit des Erwärmens von 0° bis 70°.	

Aus diesen Versuchen ist zu ersehen, daſs die Wärme leitende Kraft der Luft durch Feuchtigkeit sehr stark vermehrt wird. Um zu erfahren, ob dasselbe Resultat statt haben würde, wenn ich den Versuch umkehrte, nahm ich das Thermometer mit der feuchten Luft aus dem kochenden Wasser heraus, tauchte es in gefrierendes, und bemerkte die Zeit des Abkühlens. Dabei setze ich zur Vergleichung die Resultate des 10ten Versuchs, der mit gleich trockner Luft wie Versuch 18, im Instrumente No. 2, angestellt wurde.

Versuch 19, mit feuchter Luft in Thermometer No. 4.		Versuch 10, mit trockner Luft in Thermometer No. 2.	
Zeit von 10° zu 10°.	Wärmeabnahme von 80° an.	Zeit von 10° zu 10°.	Wärmeabnahme von 80° an.
0′ 4″	70°	0′ 33″	70°
0 14	60	0 34	60
0 31	50	0 44	50
0 52	40	0 55	40
1 22	30	1 18	30
2 3	20	1 57	20
4 2	10	3 40	10
9 8	ganze Zeit des Abkühlens von 80° bis 10°.	9 12	ganze Zeit des Abkühlens von 80° bis 10°.

Obgleich der Unterschied der ganzen Zeiten des Abkühlens von 80° bis 10° bei diesen beiden Versuchen sehr klein zu seyn scheint, so ist doch der Unterschied derselben bei den ersten zwanzig oder dreiſsig Graden, vom Siedepunkte herab, sehr auffallend, und zeigt die viel gröſsere Leichtigkeit, mit der die Wärme in diesen Graden ihren Durchweg

durch feuchte als durch trockne Luft nimmt, oder ſich von ihr trennt. Sogar die Langſamkeit, mit der bei dieſem Verſuche das Queckſilber in dem Thermometer Nr. 4 von dem 30ſten bis zum 20ſten und vom 20ſten bis zum 10ten Grade fiel, ſchreibe ich einigermaſsen der groſsen leitenden Kraft der feuchten Luft zu, mit der es umgeben war. Denn der Cylinder, der das Thermometer und die feuchte Luft in ſich enthielt, war nicht ganz in gefrierendes Waſſer getaucht, die atmoſphäriſche Luft theilte ihre Wärme dem herausſtehenden Stücke deſſelben mit, und ſobald die feuchte eingeſchloſſene Luft kälter als die äuſsere wurde, leitete dieſes Medium die Wärme dem eingeſchloſſenen Thermometer-Behälter zu, wodurch dieſer an dem ſchnellen Abkühlen gehindert wurde, welches ſonſt erfolgt wäre.

Um nun auch die Wärme leitende Kraft der *gemeinen Luft bei verſchiedenen Graden von Dichtigkeit* zu unterſuchen, richtete ich das Inſtrument Nr. 4 aufs neue vor, verſtopfte dabei die eine der kleinen Glasröhren, die durch den Stöpſel ging, öffnete die andere, befeſtigte davor ein Ventil, und ſetzte nun das Inſtrument unter die Glocke einer Luftpumpe, bei deren Spiel die Luft frei aus der Kugel und dem Cylinder herausging, indeſs ihr durch das Ventil die Rückkehr beim Zulaſſen der Luft unter die Glocke verſchloſſen wurde. Die Birnprobe oder die Barometer-Probe an der Luftpumpe zeigte den Grad der Verdünnung der Luft unter

der Glocke, und folglich auch der Luft, womit die Kugel und der Cylinder um das Thermometer angefüllt waren. Das Wetter war ſchön und heiter; das Barometer ſtand auf 27 Zoll 9 Linien, das Thermometer auf 15°, und das Hygrometer auf 47°, als ich mit dieſem Inſtrumente Nr. 4 die folgenden drei Verſuche machte, wobei es anfangs in gefrierendem Waſſer auf 0° gebracht, und dann in kochendes getaucht wurde.

Verſuch 20, mit gemeiner Luft bei 27″ 9‴ Barometer-Stand.		Verſuch 21, mit verdünnter Luft, in der die Barometer-Probe auf 6″ 11½‴ ſtand.		Verſuch 22, mit verdünnter Luft, in der die Barometer-Probe auf 1′ 2″ ſtand.	
Zeit, von 10° zu 10°.	Angenommene Wärme v. 0° an.	Zeit, von 10° zu 10°.	Angenommene Wärme v. 0° an	Zeit, von 10° zu 10°.	Angenommene Wärme v. 0° an.
0′ 31″	10°	0′ 31″	10°	0′ 29″	10°
0 40	20	0 38	20	0 36	20
0 41	30	0 44	30	0 49	30
0 47	40	0 51	40	1 1	40
1 4	50	1 7	50	1 1	50
1 25	60	1 19	60	1 24	60
2 28	70	2 27	70	2 31	70
10 17	80	10 21	80	Nicht beob.	80
7 36 ganze Zeit des Erwärmens von 0° bis 70°.		7 37 ganze Zeit des Erwärmens von 0° bis 70°.		7 51 ganze Zeit des Erwärmens von 0° bis 70°.	

Ich geſtehe, daſs mich das Reſultat dieſer Verſuche nicht wenig überraſchte: da aber die Wahrheit das einzige iſt, was ich ſuche, und ich keine Lieblings Theorie zu vertheidigen habe, ſo iſt ſie mir willkommen, wenn ſie ſich mir auch auf die unerwartetſte Art zeigt. Ich hoffe, daſs fernere Verſuche zu der Entdeckung der Urſache füh-

ren werden, warum nur ein ſo kleiner Unterſchied in den leitenden Kräften der Luft, bei ſo ſehr verſchiedenen Graden der Verdünnung ſtatt findet, da doch in den leitenden Kräften der Luft und der Torricelliſchen Leere eine ſo groſse Verſchiedenheit obwaltet. Für jetzt will ich keine Vermuthungen über dieſen Gegenſtand wagen, ſondern nur verſichern, daſs man ſich auf dieſe Verſuche verlaſſen kann. Meine Abreiſe von Mannheim verhinderte mich, ſie weiter fortzuſetzen.

Hier noch im Kurzen einige Verſuche, die ich zur Beſtimmung der *Wärme leitenden Kräfte des Waſſers* und des *Queckſilbers*, (welche in die hohle Glaskugel des Inſtruments Nr. 4 um die Thermometer-Kugel gegoſſen wurden,) auf dieſelbe Art wie die vorigen Verſuche anſtellte, und eine Tafel, worin man mit einem Blicke die leitenden Kräfte aller der verſchiedenen Mittel, die ich unterſucht habe, überſehn kann

Verſ. 23, mit Waſſer.		Verſuch 24, 25, 26, mit Queckſilber.			
Zeit, von 10° zu 10°.	Erlangte Wärme v. 0° an.	Zeit von 10° zu 10°. Verſ. 24.	Verſ. 25.	Verſ. 26.	Erlangte Wärme v. 0° an.
0′ 19″	10°	0′ 5″	0′ 5″	0′ 5″	10°
0 8	20	0 4	0 2	0 5	20
0 9	30	0 2	0 2	0 4	30
0 11	40	0 4	0 5	0 5	40
0 15	50	0 4	0 4	0 7	50
0 21	60	0 7	0 4	0 8	60
0 34	70	0 15	0 9	0 14	70
2 13	80	Nicht bemerkt.	0 58	Nicht bemerkt.	80
1 57 ganze Zeit des Erwärmens von 0° bis 70°.		0 41	0 31	0 48 ganze Zeit des Erwärmens von 0° bis 70°; im Mittel $36\frac{2}{3}$″ Zeit.	

Hieraus erhellet, daſs unter den beſchriebenen Umſtänden die leitende Kraft des Queckſilbers zu der des Waſſers ſich umgekehrt verhält, wie $36''\frac{2}{3}$ zu $117''$, folglich wie 1000 zu 313. Daraus läſst ſich zugleich erklären, warum Queckſilber, das mit dem Waſſer eine gleich hohe oder niedrige Temperatur hat, doch beim Berühren ſo viel heiſser oder ſo viel kälter als dieſes erſcheint. Denn die Stärke der Empfindung, ſowohl der Wärme als der Kälte, hängt nicht bloſs von der Temperatur des Körpers ab, der dieſe Empfindungen in uns hervorbringt, oder von dem Wärmegrade, den er wirklich beſitzt; ſondern von der Quantität der Wärme, die er in irgend einem gegebenen kleinen Zeittheile uns mitzutheilen, oder von uns zu empfangen fähig iſt, d. h. von der Intenſität der Mittheilung; und dieſe hängt gröſstentheils von den leitenden Kräften dieſer Körper ab.

Die in uns erregte Empfindung, wenn wir eine Sache berühren, die uns heiſs zu ſeyn ſcheint, iſt der Eintritt der Wärme in unſern Körper; die Empfindung des Kaltſeyns iſt ihr Austritt: und was dazu beiträgt, dieſe Mittheilung zu erleichtern und zu beſchleunigen, vermehrt auch die Stärke der Empfindung. Und dieſes iſt ebenfalls ein Beweis, daſs das Thermometer kein richtiger Maaſsſtab für die Intenſität der empfindbaren Wärme und Kälte in Körpern ſeyn kann, oder vielmehr, daſs das Gefühl uns keine richtige Anzeige von der wahren Temperatur der Körper darbietet.

Tabelle über die Wärme leitende Kraft verſchiedener Mittel nach den beſchriebenen Verſuchen, welche über die Torricelliſche Leere mit Inſtrument 1, über die andern mit Inſtrument 4, die erſt in gefrierendem Waſſer auf 0° gebracht, dann in kochendes Waſſer getaucht wurden, angeſtellt ſind.

Torricelliſche Leere. (Verſ. 3, 4 und 13.)	Gemeine Luft, Dichtigkeit = 1, (Verſuch 20.)	Verdünnte Luft, Dichtigkeit = $\frac{1}{4}$, (Verſuch 21.)	Verdünnte Luft, Dichtigkeit = $\frac{1}{24}$ (Verſuch 22.)	Feuchte Luft, (Verſuch 18.)	Waſſer, (Verſuch 23.)	Queckſilber, (Verſuch 24, 25 und 26.)	Erlangte Wärme.
Zeit, in welcher das Thermometer von 10° zu 10° hinab ſank:							
0′ 52″	0′ 31″	0′ 31″	0′ 29″	0′ 6″	0′ 19″	0′ 5″	10°
0 58	0 40	0 38	0 36	0 4	0 8	0 $3\frac{2}{3}$	20
1 3	0 41	0 44	0 49	0 5	0 9	0 $2\frac{2}{3}$	30
1 18	0 47	0 51	1 1	0 9	0 11	0 $4\frac{2}{3}$	40
1 25	1 4	1 7	1 1	0 18	0 15	0 5	50
1 58	1 25	1 19	1 24	0 26	0 21	0 $6\frac{1}{3}$	60
3 19	2 28	2 27	2 31	0 43	0 34	0 $12\frac{2}{3}$	70
11 57	10 17	10 21	—	7 45	2 13	0 58	80
10 53	7 36	7 37	7 51	1 51	1 57	0 $36\frac{2}{3}$	ganze Zeit des Erwärmens von 0° bis 70°.

Um die verhältniſsmäſsigen leitenden Kräfte dieſer Mittel zu beſtimmen, habe ich bloſs die Zeiten der Erwärmung des Thermometers von 0° bis 70° gezählt, und nicht die von 0° bis 80°, theils weil die Veränderung in der Wärme des kochenden Waſſers, die aus der Veränderung des Gewichts der Atmoſphäre entſteht, bei 70° ſehr klein iſt; theils auch weil die Bewegung des Queckſilbers zwiſchen dem 70ſten und 80ſten Grade ſehr geringe, und es ſehr ſchwierig iſt,

genau den Augenblick zu beſtimmen, wenn das Queckſilber beim 80ſten Grade ankömmt.

Nehmen wir nun die leitende Kraft des Queckſilbers = 1000, ſo werden die leitenden Kräfte der andern Mittel, ſo wie ſie durch dieſe Verſuche beſtimmt ſind, folgende ſeyn:

Queckſilber	1000
Feuchte Luft	330
Waſſer	313
Gemeine Luft, Dichtigkeit = 1	$80\frac{41}{100}$
Verdünnte Luft, Dichtigkeit = $\frac{1}{4}$	$80\frac{23}{100}$
Verdünnte Luft, Dichtigkeit = $\frac{1}{24}$	78
Die Torricelliſche Leere	55

In dieſen Verhältniſſen ſtehn die Wärme-Quantitäten, welche die genannten Mittel in irgend einer gegebenen gleichen Zeit fortpflanzen können. Die Zahlen drücken daher ſowohl das Verhältniſs der empfindbaren Temperaturen dieſer Mittel bei gleicher Wärme derſelben, als auch ihre leitenden Kräfte aus.

* * *

Graf Rumford, als er gegenwärtigen Aufſatz bekannt machte, lieſs eine Wiederholung und Vervollſtändigung dieſer Verſuche hoffen. Seine Unterſuchung führte ihn aber ſpäterhin auf einen andern Standpunkt, aus dem ihm alle Flüſſigkeiten als *Nichtleiter* der Wärme erſchienen, und dieſe Ideen ſuchte er in den intereſſanten Aufſätzen auszuführen, welche unſre Leſer aus dem zweiten und dritten

ten Bande der *Annalen* ſich erinnern werden. *) Dafür nahm er eine andere Reihe von Verſuchen auf, über das *Wärme-Leitungsvermögen verſchiedener feſter Körper*, beſonders von Stoffen, die zur *Kleidung* dienen, aus denen ich, um dem Wunſche mehrerer Leſer nachzukommen, hier gleichfalls einen kurzen Auszug liefere, ſteht gleich eine ausführliche Ueberſetzung des etwas weitſchweifigen Rumfordſchen Aufſatzes ſchon in Gren's *Journal der Phyſik*, B. V, S. 245—280.

Sein Apparat, dem er, (vielleicht nicht ganz glücklich,) den Nahmen: *Durchzugs-Thermometer*, (*Paſſage-Thermometer*,) giebt, blieb im Ganzen wie das Inſtrument Nr. 4. Der Thermometer-Behälter hatte jetzt 0,55 Zoll im Durchmeſſer, die Thermometer-Röhre war 10 Zoll lang, und die Skale darauf mit einem Diamanten eingeriſſen; der Glas-Cylinder, worin es ſchwebte, hatte $\frac{3}{4}$ Zoll, und die Kugel daran 6 Zoll im Durchmeſſer. Um die Glaskugel rund um das Thermometer-Behältniſs mit dem zu unterſuchenden Stoffe zu füllen, nahm man den Stöpſel ſammt dem darein befeſtigten Thermometer aus dem Cylinder, ſchüttete die Glaskugel bis auf $\frac{2}{3}$ voll, ſteckte dann die Thermometer-Kugel einige Zoll tief in den Cylinder hinein, und ſchüttete den Ueberreſt des Stoffs rund um die Thermometer-Röhre, ſchob den Stöpſel wieder hinein, und ſtieſs den Stoff mit einem Drahte durch

*) Vergl. beſonders *Annal.*, III, 330. 333. *d. H.*

eine dazu beſtimmte Oeffnung des Korkſtöpſels herunter, und vertheilte ihn ſo viel als möglich gleichförmig um den Behälter des Thermometers. Der Cylinder blieb frei, um die Thermometer-Skale nicht zu bedecken.

Bei den *Verſuchen* wurde das Inſtrument gewöhnlich zuerſt in kochendes Waſſer gethan, und wenn das Thermometer ungefähr bis zum Siede-Punkte geſtiegen war, in gefrierendes Waſſer getaucht, um ſo die Zeiten des Abkühlens zu bemerken. Dieſe Methode zog Graf Rumford dem bei den vorigen Verſuchen gebrauchten, umgekehrten Verfahren vor, weil er es eines Theils leichter und bequemer fand, das Thermometer, wenn es in gefrierendem, als wenn es in kochendem Waſſer ſteht, zu beobachten, andern Theils dieſes Verfahren für zuverläſſiger hält, weil, indeſs die Wärme des kochenden Waſſers ſich mit dem Barometer-Stande ändert, die Temperatur des geſtoſsenen Eiſes und Waſſers immer dieſelbe bleibt, und daher einen ſicherern Vergleichs-Punkt abgiebt. Gewöhnlich wurde das Thermometer nicht bis zum Siede-Punkte, ſondern nur bis auf ein oder zwei Grad über 75° erwärmt, dann aber herausgenommen, und über dem Gefäſse mit gefrierendem Waſſer bereit gehalten, um es in dem Augenblicke hinein zu tauchen, wenn das Queckſilber bis auf 75° herab kam. Eine Uhr, die halbe Sekunden ſchlug, und die er an das Ohr hielt, gab ihm die Zwiſchenzeiten der Thermometer-Stände von 10° zu 10°, von 70° bis 10°, nur ſelten bis

0° herab, um damit nicht allzu viel Zeit zu verlieren, dieses Datum auch nicht von Wichtigkeit ist. Das grofse irdene Gefäfs, worin fich die gefrierende Mischung befand, wurde zuerst mit zerstofsenem Eise gefüllt, darauf Waſſer hinzugegossen, und darin das Thermometer während der Beobachtung hin und her bewegt, auch gehörig frisches Eis hinzugethan, so wie es das Bedürfniſs erforderte.

Es kam nun zuerst darauf an, sagt Graf Rumford, die verhältnifsmäfsigen Wärme leitenden Kräfte der Stoffe zu entdecken, deren man fich gewöhnlich zur *Kleidung* bedient. Ich versah mich daher mit folgenden: *roher Seide* so wie fie vom Wurme kommt, *Schaafwolle*, *Baumwolle*, fein geschabter *Irländischen Leinwand*, dem feinsten *Biber-Pelzwerk* das von dem Felle und den langen Haaren befreiet war, dem feinsten *Pelzwerke des weiſsen Ruſſiſchen Hasens* und mit *Eiderdunen*. Von diesen Stoffen wurden stets 16 Gran in die Kugel des Durchgangs-Thermometers gethan, und so gleichförmig als möglich um den Behälter des Thermometers vertheilt. Zuerst bestimmte ich für dieses Instrument Nr. 5 die Durchgangszeit der Wärme durch die *gewöhnliche Luft*, um damit die bei den übrigen Stoffen zu vergleichen.

Wärmeabnahme von 70° an.	Zeit von 10° zu 10°.		Versuch 3.	
	Versuch 1.	Versuch 2.	Wärmeannahme von 10° an.	Zeit v. 10° zu 10°.
60°	38″	38″	20°	39″
50	46	46	30	43
40	59	59	40	53
30	80	79	50	67
20	122	122	60	96
10	231	230	70	175
ganze Zeit von 70° bis 10°.	576	574	ganze Zeit von 10° bis 70°.	473

Die folgende Tafel zeigt die Resultate der Versuche mit den *übrigen Stoffen*, in Vergleich mit dem mit der Luft, wobei ich bemerken muss, dass viele dieser und der folgenden Versuche zwei- oder dreimahl wiederholt wurden, und dabei in ihren Resultaten aufs beste zusammenstimmten, wie z. B. drei andere Versuche mit 16 Gran Baumwolle 1049, 1047, 1042 Sekunden Zeit der Abkühlung von 70° bis 10° gaben.

Wärmeabnahme v. 70° an.	Zeiten des Erkaltens von 10° zu 10° bei							
	Luft.	Roher Seide 16 Gran.	Schaafwolle 16 Gran	Baumwolle 16 Gran.	Fein geschabt. Leinwand 16 Gr.	Biber-Pelzwerk 16 Gr.	Hasen-Pelzwerk 16 Gr.	Eiderdunen 16 Gran.
	V. 1.	V. 4.	V. 5.	V. 6.	V. 7.	V. 8.	V. 9.	V. 10.
60°	38″	94″	79″	83″	80″	99″	97″	98″
50	46	110	95	95	93	116	117	116
40	59	133	118	117	115	153	144	146
30	80	185	162	152	150	185	193	192
20	122	273	238	221	218	265	270	268
10	231	489	426	378	376	478	494	485
Ganze Zeit	576	1284	1118	1046	1032	1296	1315	1305

Da nun die Wärme eines Körpers, oder sein Vermögen die Wärme an sich zu halten, mit der Fähigkeit desselben gleich ist, dem Durchgange der Wärme zu widerstehn, (welches ich seine *nicht-leitende Kraft* nennen will;) und da die Zeit, die ein Körper, der mit einem Medium umgeben ist, durch das die Wärme gehen muss, zum Abkühlen braucht, bei übrigens gleichen Umständen, dem Widerstande dieses Mediums gegen den Durchgang der Wärme gleich ist: so folgt, dass die Wärme der untersuchten Stoffe sich wie die gefundenen Zeiten des Abkühlens verhält. Ihre leitenden Kräfte verhalten sich, (wie vorhin gezeigt worden,) umgekehrt wie diese Zeiten. Man sieht mithin, dass von jenen Stoffen *Hasenfell* und *Eiderdunen* die wärmsten sind; dann *Biberfell*, *rohe Seide*, *Schaafwolle*, *Baumwolle*, und zuletzt geschabte feine *Leinwand*.

Ich bekenne aber, dass ich die Unterschiede der Wärme dieser Substanzen viel geringer fand, als ich es erwartet hatte. Vielleicht, glaubte ich, habe darauf ihr specifisches Gewicht Einfluss; da dieses sich aber nicht wohl mit aller Genauigkeit bestimmen liess, so stellte ich dafür folgende drei Versuche über den Einfluss der Dichtigkeit der Bekleidung auf ihre Wärme an. Um das Thermometer-Behältniss wurden das erste Mahl 16, dann 32, zuletzt 64 Gran *Eiderdunen* in die hohle Glaskugel gebracht, so dass sie diese in allen drei Fällen ganz ausfüllten. Die Dicke der Bekleidung des Thermometers blieb folglich dieselbe, während ihre Dichtig-

keit in dem Verhältnisse von 1 : 2 : 4 verändert wurde. Folgendes waren die Resultate:

Abnahme der Wärme v. 70° an.	Zeit des Abkühlens von 10° zu 10°. Versuch 11, mit 16 Gran.	Versuch 12, mit 32 Gran.	Versuch 13, mit 64 Gran.
60°	97″	111″	112″
50	117	128	130
40	145	157	165
30	192	207	224
20	267	304	326
10	486	565	658
Ganze Zeit v. 70° an.	1304	1472	1615

Da diese Versuche zeigten, dass eine größere Dichtigkeit, bei unveränderter Dicke, die Wärme der Bekleidung so beträchtlich vermehrt, so war ich begierig zu wissen, ob nicht auch ihre *innere Structur* beiträgt, sie unter übrigens gleichen Umständen für die Wärme mehr oder weniger durchdringbar zu machen. Unter innerer Structur verstehe ich aber hier die Lage der Theilchen des Stoffs, die bald sehr fein und weit von einander entfernt sind, z. B. in roher Seide, wie sie vom Wurme kommt; bald gröber sind, aus größern Massen bestehn, und weitere Zwischenräume haben, wie z. B. in gezupfter Leinwand. Rührte die Wärme der Bekleidung allein von der Schwierigkeit her, welche die Wärme beim Durchgange durch die festen Theile des Stoffs zu überwinden hat; so würde, wenn alles übrige gleich ist, die Wärme der Bekleidung sich immer nach der Quantität des Stoffs, woraus sie verfertigt ist, richten. Die vorhergehenden und die folgen-

den Versuche zeigen aber deutlich, dass dieses nicht der Fall ist. Ich nahm nämlich jetzt 16 Gran weissen gezupften Taffts und darauf eben so viel gemeiner Nähseide, die in Fäden von 2 Zoll Länge zerschnitten war, und erhielt folgende Resultate in Versuch 14 und 15, die ich mit Versuch 4 zusammenstelle:

Abnahme der Wärme v. 70° an.	Zeit des Abkühlens von 10° zu 10°. Rohe Seide 16 Gran.	Gezupfter feiner Tafft 16 Gran.	Zerschnittene Nähseide 16 Gran.	Und d. Therm. Kugel gewundene Nähseide 16 Gran.
	Versuch 4.	Vers. 14.	Vers. 15.	Vers. 19.
60°	94″	90″	67″	46″
50	110	106	79	62
40	133	128	99	85
30	185	172	135	121
20	273	246	195	191
10	489	427	342	399
Ganze Zeit.	1284	1169	917	904

Die Quantität der Seide, und der Raum, den sie einnahm, waren in allen drei Versuchen dieselben; die grosse Verschiedenheit in der Wärme der aus ihnen gemachten Bekleidungen lässt sich daher allein der innern Lage des Materials zuschreiben. Die rohe Seide war sehr fein und sehr gleich durch den Raum vertheilt, und gab eine warme Bekleidung. Der gezupfte Tafft war minder fein, die Nähseide noch gröber, daher hier der Faden weniger und die Zwischenräume grösser waren. Daraus zeigt sich sehr deutlich, dass die *Luft* in den Zwischen-

räumen der Kleidungsstoffe sehr grossen Antheil an ihrer Eigenschaft, die Wärme zurückzuhalten, hat.

Um die Wirkung *des Verdichtens der Bekleidung* bei unveränderter Menge des Stoffs, (wodurch die Bekleidung folglich in eben dem Verhältnisse dünner wird,) zu bestimmen, umwand ich darauf das Thermometer-Behältniss so viel als möglich in gleicher Dicke mit 16 Gran gemeiner Nähseide, stellte das Thermometer wieder in seinen Glas-Cylinder, und erhielt die Abkühlungszeiten, welche zur Vergleichung mit den vorigen Versuchen, die mit derselben Menge von Seide in anderer Gestalt angestellt wurden, sogleich mit in der vorigen Tabelle, (Vers. 19,) aufgeführt sind.

Es ist nicht wenig merkwürdig, dass diese um die Thermometer-Kugel gewundene Bekleidung von Seide, als das Instrument sehr heiss war, eine so kleine Kraft zu haben schien, die Wärme anzuhalten, und doch nachher, als die Temperatur des Instruments der des umgebenden Mediums näher kam, die Wärme besser zurückhielt, als die Seidenfäden im 15ten Versuche.

Dieselbe Erscheinung zeigte sich in den folgenden Versuchen, bei denen auf gleiche Art der Thermometer-Behälter, mit Wollen-, Baumwollen- und Linnen- oder Flachsfäden umwunden wurde. In Versuch 23 waren 16 Gran feiner Leinwand neunmahl rings um den Thermometer-Behälter gewickelt und oben und unten festgebunden, so dass sie den Behälter vollkommen bedeckten.

Wärmeabnahme von 70° an.	Zeit des Abkühlens von 10° zu 10°. Schaafw. 16 G.		Baumw. 16 G.		Leinwand 16 Gran.		
	locker	in einem Faden um d. Therm.-Kugel gewund	locker	in einem Faden um die Therm.-Kugel gewunden.	gezupft	als Zwirnsfaden um die Therm.-Kugel gewunden.	Leinwand 9mahl um die Therm.-Kugel gewunden.
	V. 5.	V. 20.	V. 6.	Verſ. 21.	V. 7.	Verſ. 22.	Verſ. 23.
60°	79″	46″	83″	45″	80″	46″	42″
50	95	63	95	60	93	62	56
40	118	89	117	83	115	83	74
30	162	126	152	115	150	117	108
20	238	200	221	179	218	180	168
10	426	410	378	370	376	385	338
Ganze Zeit.	1118	934	1046	852	1032	873	783

Daſs die um den Thermometer-Behälter gewickelten Fäden eine weniger warme Bekleidung als dieſelbe Menge des gleichartigen rohen Materials ausmachen, welches eine weit lockerere Umhüllung bildet und daher einen gröſsern Raum einnimmt, traf mit meinen Erwartungen überein. Was mich aber ſehr überraſchte, war der ſo ſehr groſse Unterſchied in der relativen Wärme dieſer beiden Bekleidungen, bei hohen und niedrigen Graden von Wärme, im Vergleiche mit der Temperatur des umgebenden Mediums. So z. B. verhielt ſich die Wärme der Bekleidung von 16 Gran lockerer Schaafwolle zu der von 16 Gran eines Wollenfadens, während das Thermometer von 70° bis 60° fiel, wie 79 zu 46; während aber das Thermometer von 20° bis 10° fiel, wie 426 zu 410. In den Verſuchen mit gezupfter Leinwand und einem Zwirnsfaden wurde die Wärme des letztern bei niedriger Temperatur

sogar grösser als die des ersten, obgleich, bei stärkerer Wärme, die Leinwand wärmer als der Zwirn in dem Verhältnisse von 80 zu 46 war.

Man sieht hieraus, dass eine gewisse Art von Bekleidung sehr gut seyn kann, um kleine Grade der Wärme anzuhalten, indess sie bei grösserer Wärme sehr mittelmässige Dienste leisten würde, und so umgekehrt, welches zur Beurtheilung der Ursachen, worauf die Wärme der Bekleidungen beruht, oder der Art und Weise, wie die Wärme durch sie durchdringt, von Wichtigkeit ist. Die folgenden Versuche führen indess zu noch mehr befriedigenden Aufschlüssen.

Um zu bestimmen, in wie weit die Kraft, welche gewisse Körper zu haben scheinen, die Wärme anzuhalten, *auf der chemischen Natur dieser Körper* und auf ihren Bestandtheilen beruht, machte ich folgende Versuche mit Körpern, welche fast ganz aus Kohlenstoff bestehn. Ich füllte zuerst sehr feines durchgesiebtes *Holzkohlen-Pulver* in die Kugel des Instruments, so dass der Thermometer-Behälter ganz damit umgeben war, darauf *Lampenschwärze*, und zuletzt sehr reine trockene *Holzasche*. Die Resultate dieser Versuche waren folgende.

Abnahme der Wärme von 70° an	Zeit des Abkühlens von 10° zu 10°.			
	Feines Holzkohlenpulver 176 Gran.		Lampenschwärze 195 Gran.	Reine trockene Holzasche 307 Gran.
	Versuch 24.	Versuch 25.	Versuch 26.	Versuch 27.
60°	79″	91″	124″	96″
50°	95	91	118	92
40°	100	109	134	107
30°	139	133	164	136
20°	196	192	237	185
10°	331	321	394	311
Ganze Zeit	940	937	1171	927

Der 25ste Versuch war blofs eine unmittelbare Wiederhohlung des 24sten: der Unterschied in den Resultaten beider leite ich daher, weil ich im ersten das Thermometer bewegte und dadurch das Holzkohlen-Pulver in der Kugel etwas zusammengerüttelt wurde.

In den Versuchen mit der Lampenschwärze und mit der Holzasche war die Zeit des Abkühlens von 70° bis 60° gröfser als die des Abkühlens von 60° bis 50°; dieses kam wahrscheinlich von der beträchtlichen Wärmemenge dieser Stoffe her, von der sie sich erst befreien mufsten, ehe sie die im Thermometer-Behälter befindliche Wärme aufnehmen und dem umgebenden Medium mittheilen konnten.

Den nächsten Versuch machte ich mit *Semen Lycopodii*, (*Hexenmehl;*) einer Substanz, die ganz besondere Eigenschaften besitzt, (sich schlechterdings nicht nafs machen läfst und aufserordentlich leicht entzündlich ist,) und die ich wegen der gro-

ſsen Adhäſion wählte, welche ſie, wie ich glaube, mit der Luft in ihren Zwiſchenräumen hat, indem mir dieſe groſsen Einfluſs auf die Wärme der Bekleidung, den vorigen Verſuchen gemäſs, zu haben ſchien. Die folgenden Verſuche zeigen, daſs ich mich darin nicht irrte.

Wärmeabnahme von 70°C an.	Zeit des Erkaltens von 10° zu 10°.		Wärmeabnahme von 0° an.	Zeit des Erwärmens v. 10° zu 10°. Verſuch 30.
	Verſuch 28	Verſuch 29.		
60°	146″	157″	10°	230″
50°	162	160	20°	68
40°	175	170	30°	63
30°	209	203	40°	76
20°	284	288	50°	121
10°	502	513	60°	316
—	—	—	70°	1585
Ganze Zeit	1478	1491	—	2459

In dem 30ſten Verſuche war das Inſtrument zuerſt in aufthauendem Eiſe bis 0° erkaltet, und dann plötzlich in kochendes Waſſer getaucht worden, worin es blieb, bis das eingeſchloſſene Thermometer bis auf 70° ſtieg. Hierzu wurden volle 2459 Sekunden, oder mehr als 40 Minuten Zeit erfordert; es hatte im kochenden Waſſer volle 1½ Minuten geſtanden, ehe das Queckſilber ſich im geringſten bewegte. Nachdem es endlich in Bewegung kam, erhob es ſich ſehr ſchnell 40 bis 50 Grad; darauf nach und nach immer langſamer, ſo daſs es 1585 Sekunden, oder etwas mehr als 26 Minuten brauchte, um von 60° bis 70° zu ſteigen, obgleich die Temperatur des Mediums, worin es ſtand, die gan-

ze Zeit hindurch fehr nahe an 80° blieb, und das Queckfilber im Barometer fehr wenig unter 27 Parifer Zoll ftand.

* * *

Die verfchiedenen Stoffe, mit denen ich in den bisherigen Verfuchen den Thermometer-Behälter bekleidet hatte, nur die Flüffigkeiten ausgenommen, hielten die Wärme in ihrem Durchgange nach oder aus dem Thermometer ftärker zurück, als die blofse Luft; es ift nun die Frage: *wie oder auf welche Art fie diefe Wirkung hervorbrachten?* Ihren eignen nicht-leitenden Kräften läfst fich diefe Wirkung nicht allein zufchreiben. Denn gefetzt auch, fie wären, ftatt fchlechte Wärmeleiter zu feyn, für die Wärme ganz undurchdringbar, fo war doch ihr Volumen oder ihre Maffe in Verhältnifs des Raums der Glaskugel, worin fie fich befanden, fo klein, dafs, hätten fie nicht eine eigne Wirkung auf die Luft gehabt, welche ihre Zwifchenräume ausfüllt, diefe Luft allein die Wärme in einer geringern Zeit, als fie die Verfuche geben, durch fich würde fortgepflanzt haben. Der Durchmeffer der Glaskugel war 1,6 Zoll, der des Thermometer-Behälters 0,55 Zoll, mithin betrug der Raum zwifchen beiden 2,05755 Kubikzoll. Diefen Raum nahmen nun zwar die lockern Stoffe ganz ein, füllten ihn aber fo wenig aus, dafs bei weitem der gröfste Theil deffelben mit Luft ausgefüllt war, die fich in den Zwifchenräumen befand. In dem 4ten Verfuche waren

es 16 Gran Seide, welche diesen Raum einnahmen; die specifische Schwere der rohen Seide ist 1,734; und da 1 Kubikzoll Wasser 253,185 Gran wiegt, so war ihr Volumen 0,037294 Kubikzoll, daher sie nicht mehr als ungefähr $\frac{1}{57}$ des Raums zwischen beiden Kugeln füllte, den übrigen nahm Luft ein. Nun erkaltete in Versuch 1, als die Luft den ganzen Raum ausfüllte, das Thermometer von 70° bis 10°, in 576 Sekunden. Wäre daher auch die Seide ganz unfähig Wärme fortzupflanzen, hinderte aber die Luft in der Kugel nicht an Fortpflanzung der Wärme, so würde sie in Versuch 4 die Zeit des Erkältens nur um $\frac{1}{57}$. 576″, d. i. um etwas weniger als 10″, verlängert haben. Die Zeit des Abkühlens betrug aber in diesem Versuche 1284″ und war um 708″ verlängert worden. Ein offenbarer Beweis, dass die Seide die in ihren Zwischenräumen befindliche Luft an Fortpflanzung der Wärme sehr hinderte.

Wie kann aber die Luft an der Fortpflanzung der Wärme gehindert werden? Diese Frage führt sogleich auf eine andere, nämlich: *Wie pflanzt die Luft die Wärme fort?*

Wenn die Luft die Wärme so leitete, wie es wahrscheinlich die Metalle und alle anderen festen Körper thun,*) ihre Theilchen dabei an ihrer Stelle

*) Graf Rumford fügte damahls noch hinzu: *und alle unelastische Flüssigkeiten*, und führte einen Versuch an, nach welchem 16 Gran Seide auf die

blieben, und die Wärme von einem Theilchen zum andern durch die ganze Masse hindurch ginge, so wäre es, (da kein Grund da ist, anzunehmen, dass die Fortpflanzung der Wärme nur in geraden Linien geschieht,) in der That unbegreiflich, wie die Untermischung mit einer so kleinen Menge irgend eines festen Körpers, z. B. $\frac{1}{57}$ des Luft-Volumens, eine so auffallende Verminderung der leitenden Kraft der Luft, als in dem 4ten Versuche mit der rohen Seide, bewirken konnte. Dass aber die Luft auf eine ganz andere Art die Wärme durch sich fortpflanzt, setzt, wie ich glaube, der folgende Versuch ausser allen Zweifel.

Es ist bekannt, dass die Kraft der Luft, aufgelöstes Wasser in sich zu enthalten, durch Wärme vermehrt und durch Kälte vermindert wird, und dass, wenn heisse mit Wasser gesättigte Luft abgekühlt wird, ein Theil des in ihr aufgelös'ten Wassers sich niederschlägt. Ich nahm daher eine cylindrische Flasche von sehr klarem durchsichtigen Glase, die ungefähr 8 Zoll im Durchmesser, 12 Zoll Höhe, und einen kurzen und engen Hals hatte. In ihre Mitte hing ich einen kleinen, mäsig nassen

...selbe Art in Wasser um die Thermometer-Kugel ausgebreitet, die leitende Kraft des Wassers nicht merkbar verändert hätten. Genauere Wiederhohlungen bewiesen ihm aber, dass dieser Versuch falsch sey, und das Wasser sich genau hierbei wie Luft verhalte, wovon noch am Ende dieses Aufsatzes ein Paar Worte. *d. H.*

linnenen Lappen, und tauchte ſie, mit einem Kork verſchloſſen, in ein groſses Gefäſs mit warmen Waſſer, deſſen Temperatur 100° Fahrenheit betrug. Hierin lieſs ich ſie ſo lange ſtehn, bis die darin enthaltene Luft warm und mit Feuchtigkeit aus dem linnenen Lappen geſättigt ſeyn mochte. Dann zog ich auf einen Augenblick den Kork heraus, um den linnenen Lappen herauszunehmen, verſtopfte ſie wieder, und nahm nun die Flaſche vollends aus dem warmen Waſſer heraus, um ſie in ein groſses cylindriſches Gefäſs zu tauchen, das gerade ſo viel eiskaltes Waſſer enthielt, daſs es, wenn man die Flaſche hinein tauchte, das Gefäſs ganz und gar füllte. Dieſes und die Flaſche waren von ſo feinem durchſichtigen Glaſe und das Waſſer ſo vollkommen klar, daſs ich in einer günſtigen Lage deſſelben am Fenſter, Alles, was in der Flaſche vorging, deutlich bemerken konnte.

Die in die Flaſche eingeſchloſſene Luft konnte ſich von ihrer Wärme nicht trennen, ohne zugleich da, wo dieſes geſchah, einen Theil ihrer Feuchtigkeit abzuſetzen. Hätte ſich daher die Wärme durch die Luftmaſſe von ihrem Mittelpunkte aus nach der Oberfläche, oder von Theilchen zu Theilchen hindurch gezogen; ſo würde ſogleich bei weitem der gröſste Theil der eingeſchloſſenen Luft, die noch nicht in Berührung mit dem Glaſe war, von ſeiner Wärme ſich getrennt, und in demſelben Augenblicke und in derſelben Stelle eine verhältniſsmäſsige Menge von Feuchtigkeit in Geſtalt eines Regens ha-

ben fallen lassen, der, wo er auch zu fein gewesen wäre, um sichtbare Tropfen zu bilden, sich doch als ein Anlauf auf dem Boden der Flasche gezeigt haben würde.

Stiegen dagegen die Lufttheilchen, statt sich die Wärme einander in Ruhe mitzutheilen, jedes einzeln und in seiner Reihe zur Oberfläche der Flasche hinauf, und setzten da ihre Wärme und ihr Wasser ab; so musste sich der Anlauf oder Beschlag mehr an dem obern Theile der Flasche und an den Seiten, auf dem Boden aber am schwächsten zeigen. Und so fand es sich in der That.

Zuerst liefen die Seiten der Flasche an, nahe an ihrem obern Ende; von da aus nach und nach immer mehr niederwärts, je tiefer, desto schwächer. In der Entfernung eines halben Zolls vom Boden war kaum ein Beschlag sichtbar und auf dem beinahe flachen Boden kaum der geringste Anschein davon wahrzunehmen. Dieses sehr schwache Beschlagen am Boden läfst sich meiner Meinung nach leicht erklären. Indem die das Glas unmittelbar berührende Luft erkaltet, setzt sie einen Theil ihres Wassers auf die Oberfläche des Glases ab, und wird dabei specifisch schwerer. Deshalb sinkt sie an den Seiten der Flasche auf den Boden herab, und treibt dadurch die ganze Masse der heifsen Luft aufwärts, die, wenn sie an die Seiten der Flasche kommt, diesen wieder eben so ihre Wärme und ihr Wasser abtritt, und alsdann herabsinkt. Dieser Umlauf dauert so lange fort, bis die in der Flasche be-

findliche Luft genau die Temperatur des Waſſers im Gefäſse erlangt hat. Hieraus ſieht man, warum die Theile der Flaſche zuerſt und am ſtärkſten, der Boden aber zuletzt und am ſchwächſten anläuft.

Dieſer Verſuch beſtätigte meine Vermuthung, daſs zwar die einzelnen Lufttheilchen fähig ſind, die Wärme aufzunehmen und fortzupflanzen, nicht aber die ganze Luftmaſſe, ſofern ihre Theile unter ſich in Ruhe ſind, ſo daſs die Wärme durch eine Luftmaſſe, nicht von einem Theilchen derſelben zum andern dringen kann. Und auf dieſem Umſtande beruht die nicht-leitende Kraft der Luft vorzüglich.

Eben hieraus läſst es ſich erklären, wie, wenn man Luft als Bekleidung braucht, ihr Nicht-Leitungsvermögen, oder ihre ſcheinbare Wärme, durch die Beimiſchung einer geringen Menge irgend einer feinen, leichten, feſten Subſtanz, als roher Seide, Pelzwerk und Eiderdunen, ſo ſehr vermehrt werden kann; indem nämlich dieſe Stoffe die freie Bewegung ihrer Theile hindern. Doch wirkt hierbei noch ein anderer Umſtand mit, nämlich die *Adhäſion* zwiſchen der Luft und dieſen Stoffen, die als natürliche oder künſtliche Bekleidungen dienen, auf welchen vorzüglich der auſserordentliche Wärmegrad beruht, den man, in Pelze, Federn u. ſ. w. und ſelbſt in Schnee gehüllt, empfindet.

Daſs die Lufttheilchen den feinen Haaren der Thiere, den Federn der Vögel, der Wolle u. ſ. w. ſtark adhäriren, ſieht man aus der Hartnäckigkeit, womit ſie von dieſen Stoffen, ſelbſt unter Waſſer

und unter dem Recipienten der Luftpumpe, zurückgehalten werden.

In den *Pelzen* z. B. überwiegt dieſe Adhäſion zwiſchen den feinen Haaren und den Lufttheilchen die durch die thieriſche Wärme vermehrte Elaſticität, oder Abſtoſsung dieſer letztern unter einander. Die Lufttheilchen, die ſich zwiſchen den Haaren des Pelzes befinden, und auch erwärmt ſich davon nicht trennen, bilden die wahre Barriere, welche die äuſsere Kälte von dem thieriſchen Körper abhält, indem ſie ruhend der Wärme entweder gar nicht, oder doch nur mit groſser Schwierigkeit einen Durchweg verſtatten, wie die vorhergehenden Verſuche hinlänglich zeigen.

Daraus wird es begreiflich, warum die feinſten, längſten und dickſten Pelzwerke auch die wärmſten ſind, und wie die Pelze des *Bibers*, der *Fiſchotter* und anderer Thiere, die viel im Waſſer leben, ſo wie die Federn der *Waſſervögel*, im Stande ſind, die Wärme dieſer Thiere im Winter feſtzuhalten, ungeachtet der auſserordentlichen Kälte und der ſtark leitenden Kraft des Waſſers, in dem ſie ſchwimmen. Die Adhäſion zwiſchen dieſen Subſtanzen und der Luft in ihren Zwiſchenräumen iſt ſo ſtark, daſs dieſe Lufttheilchen, ſelbſt durch das Andringen des Waſſers, nicht aus ihrer Stelle getrieben werden, wodurch ſie den Körper gegen das Naſswerden und die Entziehung der Wärme ſchützen; ja es iſt ſelbſt möglich, daſs der Druck des Waſſers die Wärme- oder nicht-leitende Kraft der

Luft in den Zwischenräumen so vermehrt, daſs das Thier im Waſſer nicht mehr Wärme, als wenn es ſich in der Luft befände, verliert. Denn wir haben aus den obigen Verſuchen geſehen, daſs unter gewiſſen Umſtänden die Wärme einer Bekleidung durch Vergröſserung ihrer Dichtigkeit vermehrt wird, ſelbſt wenn dieſes auf Unkoſten ihrer Dicke geſchieht.

Bei den *Bären*, *Wölſen*, *Füchſen*, *Haſen* und andern Thieren, die ſich in kalten Gegenden aufhalten, iſt der Pelz auf dem Rücken viel dicker als auf dem Bauche. Die erwärmte Luft, die ſich in den Zwiſchenräumen der Haare befindet und zufolge ihrer vermehrten Elaſticität in die Höhe zu ſteigen ſucht, würde von dem Rücken der Thiere viel leichter, als von ihren Bäuchen entweichen, wenn die Vorſehung nicht dieſe Vorkehrung getroffen hätte. Und dies, glaube ich, giebt auch einen Beweis mehr von der Wahrheit meiner Vorſtellungsart wie die Wärme von der Luft fortgepflanzt wird und worauf die Wärme der Bekleidungen beruht.

Der *Schnee*, der in den hohen Breiten im Winter die Erde bedeckt, iſt ohne Zweifel auch dazu da, um ihr als ein Kleid zu dienen, und ſie gegen die durchdringenden Polar-Winde zu ſchützen. Wehen dieſe gleich über weite mit Schnee bedeckte Erdſtriche, ſo verliert ſich ihre ſchneidende Kälte nicht eher, als bis ſie auf den Ocean ſtoſsen und aus deſſen Waſſer die Wärme aufnehmen, die der Schnee ſie hinderte aus der Erde zu ziehn. Ueber-

haupt ſind die Winde, wenn der Boden mit Schnee bedeckt iſt immer viel kälter, als ohne dies. Man pflegt dieſes der auſserordentlichen Kälte zuzuſchreiben, welche der Luft vom Schnee mitgetheilt werden ſoll; welches aber offenbar irrig iſt, da dieſe Winde gemeiniglich viel kälter ſind, als der Schnee ſelbſt. Sie behalten bloſs ihre Kälte, weil der Schnee ſie hindert, ſich durch die Erde zu erwärmen; ein offenbarer Beweis, daſs der Schnee während des Winters in den hohen Breiten die Erdwärme feſtzuhalten vermag.

Es iſt merkwürdig, daſs dieſe Winde ſelten geradezu von den Polen gegen den Aequator, ſondern mehr von dem feſten Lande nach der See zu wehen. Auf der öſtlichen Küſte von Nord-Amerika kommen die kalten Winde von Nord-Weſt; auf der weſtlichen Küſte von Europa aber, wehen ſie von Nord-Oſt. Daſs ſie dahin wehen, wo ſie die Wärme am leichteſten erhalten können, die ſie ſuchen, iſt nichts ungewöhnliches; und daſs ſie nach und nach aufhören und erſterben müſſen, wenn ſie durch das Waſſer des Oceans erwärmt ſind, iſt ebenfalls der Natur und den Urſachen ihrer Bewegungen gemäſs.

Die kalten Nord-Weſt-Winde, die während des Winters auf der Küſte von Nord-Amerika herrſchen, erſtrecken ſich ſelten über 100 Meilen in die See hinein, und werden immer ſchwächer und milder, je mehr ſie vom Lande ſich entfernen. Dieſe periodiſchen Winde, die von dem feſten Lande von

Europa und Nord-Amerika herkommen, herrſchen meiſt gegen das Ende des Februars und im März; und ich glaube, daſs ſie weſentlich dazu beitragen, einen frühen Frühling und einen fruchtbaren Sommer herbeizuführen, beſonders wenn ſie im März ſehr heftig ſind und zu der Zeit der Boden ſtark mit Schnee bedeckt iſt. Die ganze Atmoſphäre der Polar-Gegenden wird durch dieſe Winde nach dem Ocean fortgeführt, hier erwärmt und mit Waſſer geſättigt. Eine groſse Anhäufung von Luft auf der See iſt die nothwendige Folge von der langen Fortdauer dieſer kalten Landwinde: hören ſie auf, ſo fangen nothwendig die ſanften, warmen Seewinde an, und indem dieſe ſich überall über die Erde hin verbreiten, ſtehn ſie der rückkehrenden Sonne in der Befreiung der Erde von ihrem Winterkleide und in ihrer neuen Belebung bei. Sie haben ſich überdies beim Berühren des Oceans, der ſie wärmte, mit Waſſer geſättigt, und ſo führen ſie die warmen Regen-Schauer des Aprils und Maies mit ſich, die zu der Fruchtbarkeit der Jahrszeit ſo unentbehrlich ſind.

Der *Ocean* kann daher als ein groſser Behälter und gleicher Vertheiler der Wärme angeſehn werden, und ſein wohlthätiger Einfluſs in Aufrechthaltung der gehörigen Temperatur der Atmoſphäre wirkt in allen Jahrszeiten und in allen Klimaten. Die verzehrenden Landwinde der heiſsen Zone werden durch die Berührung ſeines Waſſers abgekühlt, und die Seewinde, die hinwiederum in gewiſſen

Stunden des Tages nach den Küften aller heifsen Gegenden zu wehn, bringen Kühlung, neues Leben und Stärke, der thierifchen und vegetabilifchen Schöpfung mit fich. Welch ein grofser Strich der Erde, der nun der fruchtbarfte ift, würde wegen der fchrecklichen Hitze ganz unfruchtbar und unbewohnbar feyn, wenn diefe kühlenden Seewinde nicht weheten! Hitze und Kälte würden einen grofsen Theil der Erde unbrauchbar und unbewohnbar machen, wenn nicht der Ocean die Wärme gewiffer Mafsen gleich vertheilte und auf die Erhaltung einer gleichförmigern Temperatur hinwirkte.

Zu diefer Function ift auch der Ocean auf das wunderbarfte eingerichtet; nicht allein wegen der grofsen Kraft des Waffers, Wärme zu verfchlucken, und der grofsen Tiefe und Weite der verfchiedenen Seen, (von deren ungeheuern Maffen man unmöglich glauben kann, dafs ein Sommer oder ein Winter fie merklich erwärmen oder abkühlen könnte,) fondern auch wegen feiner beftändigen Circulation, die vermittelft der in ihm herrfchenden Ströme hervorgebracht wird. Das Waffer der heifsen Zone wird durch diefe Ströme gegen die Polar-Gegenden geführt, dort werden fie durch die kalten Winde abgekühlt, und nachdem fie fo ihre Wärme diefen rauhen Gegenden mitgetheilt haben, kehren fie gegen den Aequator zurück und bringen Kühlung und Erfrifchung für diefe Klimate mit fich.

* * *

Diese Ideen, womit Graf **Rumford** seine Abhandlung schliesst, vervollkommnete und erweiterte er noch beträchtlich in seinen fernern Betrachtungen *über die Fortpflanzung der Wärme durch Flüssigkeiten*, welche der Leser aus den ersten Bänden der Annalen kennt, und wo man das hierher Gehörige Band 1, S. 436 F., findet. Er war, wie er bemerkt, der erste Naturforscher, der, auf die hier erzählten Versuche gestützt, den freien Durchgang der Wärme nach allen Richtungen durch jeden Stoff bezweifelte, und die *elastischen Flüssigkeiten* in so fern für *Nichtleiter* der Wärme erklärte, als die Wärme nicht durch sie von Theilchen zu Theilchen übergeht, sondern nur durch innere Bewegung der Theile, an ihnen haftend, hindurch geleitet wird. Dass dieselbe Eigenschaft auch dem *Wasser* zukomme, läugnete er, als er gegenwärtige Abhandlung schrieb, ausdrücklich, und glaubte sich überzeugt zu haben, die Wärme könne nach allen Richtungen frei durch jede tropfbare Flüssigkeit von Theilchen zu Theilchen durchgehn. Die ausserordentliche Hitze, welche gewisse Gerichte weit länger als andere zurückhielten, besonders die in England beliebten Aepfelpasteten und Aepfel mit Mandeln gemengt, an denen sich so mancher den Mund verbrennt; eine dicke Reisssuppe, die oben kalt, tiefer herunter aber so heiss war, dass er sich daran den Mund verbrannte, und die Erscheinung, dass in den heissen Bädern von *Bajä*, wo der heisse Dampf aus dem Ufer des Meeres dringt, das Wasser über dem Sande und selbst die nasse Oberfläche des Sandes kalt, der Sand darunter aber ausnehmend heiss war; flössten ihm zuerst Misstrauen gegen die grosse Wärme-leitende Kraft des Wassers ein; und da er vollends einst in einem grossen Weingeist-Thermometer, das am Fenster erkalten sollte,

auf- und abwärts steigende Ströme wahrnahm, wurde seine frühere Meinung gänzlich erschüttert, und er kam auf den Gedanken, auch *alle tropfbare* Flüssigkeiten möchten in eben dem Sinne, als die elastischen, Nichtleiter der Wärme seyn.

Um hierüber aufs Reine zu kommen, wiederhohlte er zum Theil die zweite Reihe von Versuchen, welche er in gegenwärtigem Aufsatze beschrieb, so wie er sie früher mit Luft angestellt hatte, mit Wasser, das er erst allein, dann mit etwas Eiderdunen, oder mit den faserigen Theilen eines Apfels untermischt, in die Kugel seines Instruments füllte, welches eine etwas andere Einrichtung als das letzte No. 4 erhielt, im Wesentlichen aber doch damit übereinstimmte. Als das Thermometer in diesem Instrumente

umgeben war mit	stieg es, aus eiskaltem in kochendes Wasser verpflanzt, von 0° bis 75° Reaum. in	fiel es, aus kochendem in eiskaltes Wasser verpflanzt, von 75° bis 4° Reaum. in
reinem Wasser	597″	1032″
geschmorten Aepfeln, worin $\frac{1}{50}$ faserige Theile waren, $\frac{49}{50}$ sich im Wasser auflöseten	1096″	1749″
Wasser gemischt zu $\frac{4}{50}$ seines Gewichts mit *Stärke*	1109″	1548″
mit *Eiderdunen*	949″	1541″
zu $\frac{1}{50}$ s. Gew. mit *Eiderdunen*	763″	1395″

Und hieraus war offenbar, dass die eingemischten Stoffe auf die Wärme leitende Kraft des Wassers dieselbe Wirkung hatten, als auf die der Luft, und dass

z. B. Federn den Durchgang der Wärme im Wasser selbst noch besser wie in der Luft erschwerten. Schon dieses machte es höchst wahrscheinlich, dass auch Wasser eben so als Luft ein Nichtleiter der Wärme sey. Einige physiologisch - botanische Bemerkungen, welche Graf Rumford hierauf gründet, findet man in Gren's *neuem Journal der Physik*, B. IV, S. 445 f., und wie Graf Rumford seine Lehre vom Nicht-Leitungsvermögen tropfbarer Flüssigkeiten noch besser zu bewähren sucht, in den *Annalen der Physik*, I, 214 u.f.

Wichtige Einwendungen, die dagegen ein französischer Technologe und Physiker, Socquet, aus Beobachtungen in grossen Fabrikanlagen aufstellt, und denen zufolge, wie auch schon in den vorigen Bänden der Annalen bemerkt wurde, Graf Rumford's Theorie dahin einzuschränken ist, dass Flüssigkeiten, sofern ihre Theilchen alle in Ruhe bleiben, sehr schlechte Wärmeleiter, (doch keinesweges vollkommne Nichtleiter der Wärme,) sind, werde ich im künftigen Bande der Annalen mittheilen. *d. H.*

V.

Bemerkungen über die Eudiometrie

vom

Bürger BERTHOLLET

in Kairo, jetzt in Paris. *)

Seitdem man weiſs, daſs die atmoſphäriſche Luft aus Sauerſtoffgas und Stickgas beſteht, hat man ſich bemüht, das Verhältniſs beider, und ob es veränderlich iſt, zu beſtimmen, ohne daſs man ſich bis jetzt über die beſte Methode hierzu und über das Reſultat ganz verſtändigt hätte.

*) Aus den *Mémoires ſur l'Egypte publiés pendant les Campagnes du Général Bonaparte. Paris, A. 8, oct.*, p. 284—294; eine Schutzſchrift für das von Berthollet zuerſt angegebene Phosphor-Eudiometer, und eine Art von Streitſchrift gegen Alex. von Humboldt, deſſen Vervollkommnung des Eudiometers mit Salpetergas, und deſſen intereſſante eudiometriſche Verſuche Berthollet, ſeinen nächſtens bekannt zu machenden Verſuchen gemäſs, glaubt verwerfen zu müſſen. Billig enthalten wir uns bis zur Erſcheinung dieſer Verſuche alles Urtheils hierüber, hoffen aber unſern Landsmann, der jetzt wohl in Quito ſeyn dürfte, gegen den von Kairo aus gegen ihn gerichteten Angriff des franzöſiſchen Chemikers eben ſo ſiegreich vertheidigt zu ſehn, als das durch ihn ſelbſt in einem ähnlichen Streite mit dem jüngern Sauſſüre geſchah. (*Ann. der Phyſ.*, I, 510 f.) *d. H.*

Gleich anfänglich bediente man ſich dazu der Eigenſchaft des *Salpetergas*, das Sauerſtoffgas zu verſchlucken, ſah aber bloſs auf die dadurch bewirkte Gas-Verminderung, in der Meinung, die Reinheit der atmoſphäriſchen Luft ſey dieſer Gas-Verminderung proportional. Man hatte beim Verſuche beſtimmt, in welchem Verhältniſſe beide Gasarten ſich mit einander beim Verſchlucken befinden, und glaubte ſo die Menge des vorhanden geweſenen Sauerſtoffgas berechnen zu können. Allein, wie ſchon vor langer Zeit Ingenhouſs gezeigt hat, giebt das Salpetergas, nur wenn man es mit vieler Sorgfalt ein wie das andere Mahl behandelt, einerlei Reſultat, und das Verhältniſs, worin es ſich mit dem Sauerſtoffgas vereinigt, iſt nicht beſtändig. — Aus dem *Bulletin de la Societé philomatique*, welches zu uns nach Aegypten gekommen iſt, ſehe ich, daſs Herr von Humboldt durch ſcharfſinnige Verſuche dieſe Ungewiſsheit wegen des Salpetergas zu heben geſucht hat, und eine Methode gefunden zu haben glaubt, durch welche ſich der Antheil an Sauerſtoffgas in der atmoſphäriſchen Luft, mittelſt gewiſſer Correctionen ganz genau beſtimmen laſſe. *Allein die Verſuche*, mit denen ich noch gegenwärtig beſchäftigt bin,*) *beweiſen, daſs dieſe Methode auf unſtatthaften Gründen beruht.*

*) Bei meiner Abreiſe aus Kairo waren ſie noch unvollendet, und da mir auch meine Notate darüber abhanden gekommen ſind, ſo habe ich in Paris die

Volta's Prüfung der Luft mittelst *Wasserstoffgas* giebt weit mehr Präcision, (*surtout lorsqu'elle se fait avec un air de gaz hydrogène,*) erfordert aber einen complicirten Apparat; auch kann das Wasserstoffgas bald mehr, bald weniger Kohlenstoff aufgelöst enthalten, und dadurch das Resultat beträchtlich variiren. Ueberdies kennt man zwar das Gewichtsverhältniss des Sauerstoffs und Wasserstoffs zur Erzeugung des Wassers hinreichend genau, nicht aber das specifische Gewicht dieser beiden Gasarten. Zur Vergleichung verschiedener Arten von Luft mit einander in ihrer Güte ist daher diese Methode, (nimmt man nur dasselbe Wasserstoffgas,) zwar hinlänglich genau; aber nicht um den Antheil an Sauerstoffgas in ihnen zu bestimmen.

Das *flüssige Schwefelkali*, (Schwefelleber,) giebt beides, die verhältnissmäfsige Güte der Luft und ihren Antheil an Sauerstoff. Denn hier ist die ganze Luftverminderung lediglich dem Sauerstoffgas zuzuschreiben, statt dass in den vorigen Methoden auch das Salpetergas und das Wasserstoffgas daran Antheil hatten, und es daher auf die Reinheit derselben ankam. Hierbei bedarf es daher keiner weitern Correction, als wegen des Unterschiedes in der Wärme und dem Drucke der Luft zu Anfang und zu Ende des Versuchs. Hat man nur das Wasser hinlänglich mit Schwefelkali geschwängert, so ist

Versuche von neuem anfangen müssen; ich werde sie in kurzem bekannt machen. *B.*

nicht zu befürchten, daſs nicht alles Saue
gas verſchluckt werde; denn die Wirkun
Schwefelkali auf den Sauerſtoff iſt bei weite
ſser als die ſchwache Einwirkung des Stickſt
Gasgeſtalt auf das Sauerſtoffgas. Erleidet das
gas, das man durch Schwefelkali vom Saue
gas geſchieden hat, beim Vermiſchen mit Sal
gas noch einige Verminderung, ſo rührt das
ich zeigen werde, keinesweges von zurück g
benem Sauerſtoffe her.

Zwar muſs man geſtehn, daſs man hierbei
genau das richtige Volumen Stickſtoff erhält.
der Stickſtoff löſet Schwefelkali, oder wahrſ
licher das ſchwefelhaltige Waſſerſtoffgas auf
immer im flüſſigen Schwefelkali vorhanden iſt;
riecht er darnach. Da aber das Stickgas mit W
gewaſchen dieſen Geruch verliert, ohne ſein
men merklich zu ändern, ſo kann jenes keine
trächtlichen Unterſchied machen. Auch iſt
zu fürchten, daſs das Schwefelkali Stickſtoff
ſchlucke. Dieſes Verſchlucken müſste ſonſt
dauernd ſtatt finden; das Stickgas, einmahl v
lem Sauerſtoffe befreit, verändert aber ſein
men über Schwefelkali gar nicht. Mithin läſs
der Sauerſtoff-Gehalt der Luft durch Schwef
mit aller Genauigkeit finden, die man nur i
in der Chemie erwarten kann.

Eine Unbequemlichkeit dieſer Methode i
Langſamkeit, womit das Schwefelkali auf den S
ſtoff wirkt. Sie fordert, beſonders in einer

drigern Temperatur, mehrere Tage Zeit, und man hat kein anderes Zeichen des gänzlichen Verschluckens, als dass sich weiter keine Verminderung zeigt. Guyton empfahl daher das *trockne Schwefelkali*, das man in einem Apparate, den er umständlich beschreibt, über einem Wachslichte erhitzen soll. Ich fürchte aber, dass die Masse zu klein ist, um allen Sauerstoff in dem ganzen Apparate zu verschlucken, und man hat kein Merkzeichen, sich vom Gegentheile zu versichern.

Ich habe den Vorschlag gethan, sich des langsamen *Verbrennens des Phosphors* als eines eudiometrischen Mittels zu bedienen. Zu dem Ende setzt man in einem engen mit Wasser gesperrten Glase, worin sich die zu untersuchende Luft befindet, auf einen Glasstift, einen kleinen Cylinder Phosphor, und taucht im Falle einer sehr grossen Wärme das Gefäss unter Wasser, damit der Phosphor nicht schmelze. Bei meinen Versuchen in Kairo stand das 100theil. Thermometer auf 36°; das Wasser blieb aber, vermöge des Verdunstens, 6° kälter. Kaum ist der Phosphor in die Luft gebracht, so bildet sich ein weisser Dampf, der herabsinkt und sich mit dem Wasser vermischt. Zeigt sich dieser im Finstern leuchtende Dampf nicht länger, so ist das Verschlucken zu Ende; selbst innerhalb mehrerer Tage vermindert sich dann die Luft nicht weiter merklich, und man hat so ein sicheres Zeichen, dass die Operation beendigt ist. In einer engen Röhre geschieht das, bei einer so hohen Temperatur wie

zu Kairo, binnen 2 Stunden. *) Die Luft wird vor und nach dem Verſuche in einer graduirten Röhre unter den bekannten Vorſichtsregeln gemeſſen, und wegen Veränderungen im Luftdrucke oder der Wärme wird die nöthige Verbeſſerung hinzugefügt.

Beim Phosphor erhält man eine geringere Luftverminderung als beim Schwefelkali, denn er löſt ſich, wie ich gezeigt habe, im Stickgas auf, wobei er, wie alle Stoffe die ſich in ein Gas auflöſen, die Gas-Geſtalt annimmt. Dadurch wird das Volumen des Stickgas vergröſsert, und zwar, wie ich aus mehrern Verſuchen, die ich in Kairo und nachmahls wieder in Paris angeſtellt habe, ſchlieſsen muſs, ziemlich nahe um $\frac{1}{40}$ſtel. Sauerſtoffgas bleibt ſicher nicht zurück; denn die Wirkung des im Stickgas aufgelöſten Phosphors auf den Sauerſtoff iſt ſo mächtig, daſs es nur nöthig iſt das phosphorhaltige Stickgas durch Waſſer gehen zu laſſen, um es leuchtend und in Berührung mit Sauerſtoffgas brennend zu erhalten.

Das Schwefel-Waſſerſtoff-Gas ſcheint mir beim Auflöſen in dieſem Stickgas den Phosphor

groſsen-

*) In Paris gehörten dazu bei 6 bis 10° der hunderttheiligen Skale, 6 bis 8 Stunden. Herr v. Humboldt ſpricht von Verſuchen, die mehrere Tage dauerten, und nach denen der Rückſtand doch noch mit Salpetergas ſich röthete. Unſre Verfahrungsart muſs ſehr verſchieden geweſen ſeyn, um ſo groſse Unterſchiede zuzulaſſen. B.

grofsentheils daraus niederzuſchlagen. Denn ſtellt man phosphorhaltiges Stickgas über Schwefelkali, ſo vermindert es ſich, (wiewohl nicht bis auf den Punkt, bis auf welchen die Luft gleich anfänglich über Schwefelkali geſperrt, ſich vermindert haben würde,) und verliert zugleich die Eigenſchaft beim Berühren von Sauerſtoffgas zu leuchten. Bringt man Phosphor in Stickgas, das über Schwefelkali ſteht, ſo zeigt ſich zwar keine merkbare Wirkung, allein man braucht nur das Gas mittelſt durchgehenden Waſſers zu waſchen, ſo fängt der Phosphor an darin zu leuchten. Das Waſſer muſs alſo den gröſsten Theil des Schwefel-Waſſerſtoffgas verſchlucken, und dafür dem Stickgas etwas wenig Sauerſtoffgas abgeben, wodurch das Stickgas fähig wird, Phosphor aufzulöſen und auf das geringe Quantum Sauerſtoffgas zu wirken. Man erkläre dieſes übrigens wie man wolle, ſo iſt ſo viel gewiſs, daſs das über Schwefelkali geſperrte Stickgas, wenn man es durch Waſſer gehn läſst, ſein Volumen gar nicht verändert, und daſs, wenn man darauf Phosphor hineinbringt, dieſer zwar leuchtet, doch ſo auſserordentlich wenig, daſs es ſchwer iſt, das Leuchten gewahr zu werden.

Aus allem dieſem ſchlieſse ich, daſs die Methode, durch *Phosphor* den Sauerſtoff-Gehalt der Luft zu prüfen, eben ſo zuverläſſig als bequem, und keinesweges durch eine allzu lange Dauer beſchwerlich iſt. Die verhältniſsmäſsige Güte mehrerer Luftarten giebt ſie mit Zuverläſſigkeit; und wenn man das

Volumen des übrig bleibenden Stickgas um $_{3}{}^{1}$ſtel vermindert, ſo erhält man auch den Sauerſtoff-Gehalt einer Luft eben ſo genau, als mittelſt Schwefelkali, d. h. ſo genau, als man ihn nur durch irgend eins der bis jetzt bekannten Mittel zu finden vermag. *)

* * *

Mehrere Verſuche, die ich vereint mit Champy im Laboratorio des National-Inſtituts der Wiſſenſchaften in *Kairo* über den *Sauerſtoff-Gehalt der atmoſphäriſchen Luſt*, ſowohl mit Schwefelkali, als mit Phosphor angeſtellt habe, und wobei die Correctionen wegen der Wärmeänderung und der Aus-

*) Herr von Humboldt behauptet in den *Ann. de Chimie*, t. 30, thermidor, (*Annal. der Phyſ.*, III, 86; ausführlich in Scherer's *allgem. Journ. der Chemie*, III, 80 ff.,) es bilde ſich eine dreifache Verbindung von Phosphor, Stickſtoff und Sauerſtoff. Er gründet dieſes auf Verſuche, nach welchen Phosphor, der unter gleichen Umſtänden und in gleichen Röhren auf atmoſphäriſche Luft wirkte, ſie nicht um gleich viel vermindert haben ſoll. In zwei ſolchen Röhren ſoll ſich die Verminderung wie 115 : 156 verhalten haben. Lediglich auf dieſes Factum gründet er die Exiſtenz eines oxydirten Stickſtoff-Phosphors. In den zahlreichen von mir zu zwei verſchiedenen Mahlen, erſt zu Kairo, dann wieder zu Paris, angeſtellten Verſuchen, habe ich indeſs nie etwas von einem ſolchen Unterſchiede wahrgenommen. *B.*

lehnung des übrig bleibenden Stickgas durch Auflöfung des Phosphors angebracht wurden, haben nich belehrt, dafs die Luft in Kairo etwas weniger ıls 0,22 Theile Sauerftoff enthält. Ungeachtet oftnahliger Verfuche erhielten wir doch in diefer Beftimmung nie gröfsere Unterfchiede als um 0,005 Theile; und diefe Verfchiedenheit mufs man wohl nehr der unvermeidlichen Unvollkommenheit aller phyfikalifchen Verfuche, als einer wirklichen Veränlerung im Sauerftoff-Gehalte der Luft zufchreiben.*)

*) Meine feitdem auf diefelbe Art in Paris angeftellten Verfuche gaben den Sauerftoff-Gehalt der Luft hier etwa um 0,005 gröfser, und ftimmen vollkommen mit meinen frühern Parifer Verfuchen überein. Wahrfcheinlich rührt der geringe Unterfchied daher, dafs die damahls fehr trockne Luft zu Kairo fich während der Operation mit Feuchtigkeit fchwängerte, und fich dadurch etwas ausdehnte, und beruhte nicht auf einer wirklichen Verfchiedenheit im Verhältniffe der Beftandtheile der atmofphärifchen Luft an beiden Orten. — Es wird leicht feyn, zwifchen der Meinung des Hrn. von Humboldt und der meinigen durch Erfahrung zu entfcheiden. Denn es kömmt dabei nur darauf an, durch genaue Verfuche auszumachen, ob der Phosphor und das Schwefelkali wirklich ein ftets gleichförmiges und beftändiges Refultat geben, wie ich behaupte. Es verfteht fich, dafs hier vom langfamen, nicht von einem heftigen Verbrennen des Phosphors die Rede ift, wobei andere Umftände mit ins Spiel kommen; und dafs man darauf fehn mufs, dafs der langfam verbrennende Phosphor-Cylinder hoch in

Mehrere berühmte Chemiker und Physiker geben den Gehalt der atmosphärischen Luft an Sauerstoff viel höher an, und behaupten, darin an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten einen beträchtlichen Unterschied gefunden zu haben. Noch ganz kürzlich fand ihn Herr von Humboldt von 0,23 bis 0,29 veränderlich. *) Zu Paris und zu Kairo, zu sehr verschiedenen Zeiten und unter einem gar verschiedenen Klima, habe ich keine solche Verschiedenheit wahrgenommen. Sie ist lediglich dem Salpetergas zuzuschreiben, dessen man sich gewöhnlich zur Prüfung der Luft bediente. Man giebt mir zu, dass die Prüfungen auf diesem Wege sich nicht mit einander vergleichen lassen, wofern im Wasser, im Stickgas, in den Dimensionen der Röhre, oder in der Manipulation nur die geringste Verschiedenheit statt findet, nimmt aber lieber zu Subtilitäten und zu Correctionen seine Zuflucht, die auf Voraussetzungen fussen, welche noch keinesweges durch Versuche gehörig gerechtfertigt sind, als dass man zuverlässigere Methoden ergriffe, gegen die es keine Einwendung giebt, welche nicht

den Glas-Cylinder hinaufgebe, damit er auf alle atmosphärische Luft im Cylinder wirken könne.

B.

*) Vergl. *Annalen der Physik*, III, 82 f. Auf seiner Reise nach Amerika fand Herr von Humboldt einen noch grössern Unterschied, nämlich von 0,19 bis 0,3 Sauerstoff-Gehalt in der atmosphärischen Luft. *Annal. der Physik*, IV, 443 f. *d. H.*

durch Beobachtungen aus dem Wege geräumt wäre. Aber vielleicht findet man diese Methoden in Europa zu einfach.

Wie läſst es ſich überdies wohl denken, daſs die Luft, die in unaufhörlicher Bewegung iſt, und von einem Orte der Erde ſchnell zum andern fortſtrömt, in zwei benachbarten Dörfern ſo gar verſchieden ſeyn könnte? es ſey denn, daſs ſie in ſehr verſchiedener Höhe über dem Meere lägen, da der Sauerſtoff und Stickſtoff im Gas-Zuſtande eine ſo geringe Einwirkung auf einander äuſsern, daſs durch ihr verſchiedenes ſpecifiſches Gewicht alsdann einiger Unterſchied allerdings bewirkt wird.

VI.

Smith's *Keſſel zum Kochen entzündbarer Flüſſigkeiten.* *)

Bedenkt man die vielen Unglücksfälle und Feuersbrünſte, welche entzündbare Flüſſigkeiten, die überkochten, beſonders in Fabriken, veranlaſst haben; ſo wird man zugeben, daſs ein Kochgefäſs, welches dieſem Unglücke vorbeugt, ohne dabei allzu zuſammengeſetzt zu ſeyn, von groſsem Nutzen ſeyn würde. Ein ſolcher Keſſel, wie ich ihn erdacht habe, iſt in Fig. 7, Taf. VI, abgebildet.

Ich denke mir den Keſſel von einer ſolchen Gröſse, daſs ſeine obere Oeffnung 3 bis 4 Fuſs im Durchmeſſer hat. Der Rand deſſelben läuft in eine koniſche, 3 bis 4 Fuſs lange Rinne *DE* aus, welche dicht am Keſſel 4 bis 5 Zoll tief iſt, und deren oberer Rand mit dem des Keſſels in einer Ebene liegt. Auswärts wird ſie mit naſſem Schwamme oder mit naſſer Leinwand umgeben. Man füllt den Keſſel bis *D*; ſo bald die Flüſſigkeit auch nur etwas aufkocht, tritt ſie beträchtlich weit in dieſe Rinne und ſo wie ſie hier abgekühlt wird, ſinkt ſie in den Keſſel bis auf ihren anfänglichen Stand zurück. Und das wird der Fall ſeyn, ſo oft die Flüſſigkeit aufkocht,

*) Aus einem Briefe *Tho. P. Smith's*, Philadelphia den 14ten Juni 1798, der in den *American Philoſoph. Transactions*, *Vol.* 4, *Philad.* 1799, abgedruckt iſt.

da die Verdünstung in den nassen Schwämmen die Rinne immer kalt erhält. Kann man die Rinne aus dem Zimmer, worin der Kessel steht, ins Freie gehen lassen, so wird die Verdünstung beträchtlich verstärkt, und die Absicht noch gewisser erreicht; doch muss man sie dann bedecken. Bei Flüssigkeiten, welche die Wärme nicht leicht fahren lassen, möchte es rathsam seyn, die Rinne so zu erweitern, dass sie mit dem Kessel eine gleiche Weite bekommt, oder rund um den Rand des Kessels eine ähnliche Vorrichtung anzubringen.

P. S. Dem Wunsche der Societät gemäss, verschaffte ich mir ein Gefäss von der hier beschriebenen Form, um damit Versuche anzustellen. Zuerst nahm ich *Wasser;* es kam sehr schnell zum Kochen; so wie es aber in die Rinne hinaufstieg, hörte das Kochen sogleich auf, obschon die Rinne eine Zeit lang der Hitze eines Lewisschen Ofens ausgesetzt gewesen war. Darauf wollte ich *Oehl* versuchen, ehe dieses aber kochte, schmolz die Löthung des Kessels, welche aus Zinn bestand.

VII.

Verdünſtung des Eiſes und Deſtillation mittelſt künſtlicher Kälte,

von

C. Wistar

in Philadelphia.

Im dritten Bande der *American Philoſophical Transactions* theilte C. Wiſtar intereſſante Beobachtungen über *das Verdünſten des Eiſes* mit. Eis, welches die Temperatur des natürlichen Gefrierpunkts, (32° F.,) hatte, und in einer Stube aufgehangen wurde, deren Luft bis auf den künſtlichen Gefrierpunkt, (0° Fahrenh.,) erkältet war, erzeugte einen *ſichtbaren Dunſt.* Ueberzeugt, daſs dieſes zu Folge eines allgemeinen Naturgeſetzes geſchehe, ſtellte er einige Verſuche zur weitern Prüfung und Begründung dieſes Geſetzes an, von denen er im vierten Bande der *Americ. Transact.*, p. 72, Bericht ertheilt.

Der Schluſs, welchen er aus jenen Beobachtungen zog, und den er als ein allgemeines Naturgeſetz aufſtellte, war: „daſs der nicht-elaſtiſche Dunſt, (*non-elaſtic vapor*,) von keiner beſtimmten abſoluten Menge und keinem gegebenen Grade empfindbarer Wärme in dem verdünſtenden Körper abhange, ſondern lediglich von dem *relativen* Wärmegrade, um welchen dieſer Körper die Temperatur der ihn umgebenden Atmoſphäre übertrifft;

und daſs jener Dunſt durch das Uebergehn der Wärme aus dem feuchten Körper in die ihn berührende Luft erzeugt wird." Iſt dieſe Theorie richtig, ſo muſs es möglich ſeyn, ſchlieſst er weiter, in dem gewöhnlichen Deſtillir-Apparate eine Deſtillation bloſs dadurch zu wege zu bringen, daſs man die Vorlage oder den Kühler erkältet, ohne die Retorte oder den zu deſtillirenden Körper in ihr zu erwärmen, indem nämlich dann beſtändig fort Wärme aus dem zu verdünſtenden oder zu deſtillirenden Körper in die Luft der Vorlage überſteigt.

Dieſe Schluſsfolge ſuchte er durch Verſuche zu bewähren, um dadurch die zu widerlegen, welche meinten, der ſcheinbar vom Eiſe aufſteigende Dunſt ſchreibe ſich vielmehr von Luft-Portionen von verſchiedener Temperatur, die ſich vermiſchen, her. Denn beim Verdünſten in einer mit der Vorlage zuſammengekütteten Retorte finde kein ſolches Vermiſchen von warmer und kalter Luft unter einander ſtatt; und nimmt man einen Stoff, der nicht in der Luft, weder chemiſch noch mechaniſch, enthalten iſt, ſo müſſe vollends der Argwohn wegfallen, der Dunſt möge aus der eingeſchloſſenen Luft abgeſchieden ſeyn.

Er goſs $1\frac{1}{2}$ Unzen *Schwefeläther* in eine Retorte, küttete an ſie eine Vorlage mit langem Halſe, und ſetzte dieſe Vorlage in eine Froſt erregende Miſchung aus Schnee und Salz, deren Temperatur jedoch ſelten bis unter 10° ſank, während die Retorte ſelbſt ringsum atmoſphäriſche Luft von 50° F.

umgab. Der Temperatur-Unterschied betrug hier also nur 40°. Und doch, als man nach 30 Stunden die Frost-erregende Mischung wegnahm, war ein Drittel der ganzen Aethermasse überdestillirt. In einem ganz gleichen Apparate, wo man die Vorlage mit keiner kältenden Mischung umgeben hatte, war während der 30 Stunden auch nicht ein Tropfen in die Vorlage übergegangen.

Dieser Versuch wurde auf dieselbe Art mit *Kampher* wiederholt. Nachdem die Vorlage 30 Stunden in der kältenden Mischung gestanden hatte, fand Wistar, dass sich etwas Kampher gerade so baumförmig sublimirt hatte, wie das gewöhnlich durch Hitze geschieht.

VIII.

Ueber die Wachsmahlerei,

von

JOHANN FABBRONI,
Vice-Director des Museums zu Florenz. *)

Schon die Aegyptier scheinen die Kunst verstanden zu haben, auf Wachs zu mahlen. Auf einem Stücke eines bemahlten Mumiengewandes im Florentiner Museum kann man das Wachs noch sehr deutlich wahrnehmen; auch hat kein Oehlgemählde, das zwei- bis dreihundert Jahr alt ist, ein so frisches Weiss als dieses Stück, das wenigstens dritthalb tausend Jahre alt seyn muss. Dass die Wachsmahlerei besser als die Oehlmahlerei dem Einflusse der Zeit widersteht, ganz besonders im Weiss, lehren viele Erfahrungen und die Grundsätze der Chemie. Das Oehl wird von der Luft und den Metallkalken allmählig zersetzt, und verwandelt sich endlich in eine fast reine Kohle; das Wachs leidet hingegen vom Sauerstoffe keine solche Veränderung, sondern wird durch ihn im Gegentheile gebleicht. Ueberdies ist das Weiss, dessen die Aegyptier sich in diesen Gemählden bedienten, kein Metallkalk, und ausser dem färbenden Stoffe brachten sie in ihre encaustischen Gemählde nichts als reines Wachs hinein.

Dieses beweist Fabbroni durch chemische Versuche, die er mit einem Stückchen dieses Mumiengewandes, 24 Gran schwer, anstellte. Er er-

*) Im Auszuge aus den *Annali di Chimica*, t. 13.

werden, der Stickstoff und der Wasserstoff, kommen dabei, noch während sie condensirt sind, und ehe sie die Gasgestalt angenommen haben, mit einander in Berührung, daher sie sich zu Ammoniak vereinigen. Etwas Sauerstoff scheint sich mit dem Kohlenstoffe des Eisens zugleich in Kohlensäure zu verwandeln, und indem sich diese mit dem Ammoniak gleich bei seiner Bildung schwängert, bringt sie es zum Krystallisiren.

Die Chemisten pflegen zu behaupten, der *Alkohol* sey ein Product der weinigen Gährung. Ich bin indess vom Gegentheile überzeugt, weil *im Weine kein Alkohol vorhanden ist.* Dieses glaube ich sehr augenscheinlich dadurch beweisen zu können, dass ich eine Methode besitze, aus starkem Weine, wenn auch nicht mehr als $\frac{1}{100}$ Alkohol darunter aufs das vollkommenste gemischt ist, den Alkohol abzuscheiden, und doch durch diese Methode aus dem Weine selbst nicht ein Atom Alkohol zu erhalten vermag, indess bei der Destillation 100 Theile des Weins 20 bis 25 Theile Branntwein geben. Diese sehr einfache Methode ist folgende: man nehme eine Glasröhre, die weit genug ist, um mit dem Finger hinein zu können, und graduire sie nach Hunderteln des ganzen Inhalts. Zu dem jungen Weine, worunter man $\frac{1}{100}$ Alkohol gemischt hat, schütte man so viel fein gepulverte Pottasche, als, vorläufigen Versuchen gemäss, erfordert wird, den harzigen, färbenden Stoff ganz daraus zu fällen. Dann seihe man ihn durch, fülle ihn in die Glasröhre, und sättige ihn vollends mit Pottasche. Der unter den Wein gemischte Alkohol steigt daraus in die Höhe, und schwimmt dann sehr unterscheidbar über der Kali-Auflösung. Geschieht die Operation mit so vieler Schnelligkeit, dass der Alkohol während derselben nicht beträchtlich durch Verdünstung verliert, so erhält man ihn in eben der Men-

ge und Stärke als man ihn zugesetzt hatte. Das vorläufige Fällen des färbenden Stoffs geschieht bloss in der Absicht, damit das Resultat desto besser in die Augen falle. — Wenn ich nun durch diese Methode nicht einen Tropfen Alkohol mehr erhalte, als ich unter den Wein gemischt hatte, so glaube ich mich berechtigt zu schliessen, dass der Alkohol, den ich aus diesem Weine durch Destillation abscheide, darin zuvor nicht vorhanden war, sondern *erst während des Destillirens erzeugt wird*, dass er sich mittelst der Wärme darin bildet, und dass er ein Product und kein Educt der Wein-Destillation ist. Dazu wird also keine sehr beträchtliche Wärme erfordert, nicht mehr, als dass zur Wärme der Gährung noch 14° Wärme hinzukommen, welches selbst im Winter geschehen kann; daher sich der Alkohol in Flaschen bei der gewöhnlichen Luftwärme u. s. w. bilden kann. Man sieht hier den Grund, warum ich zu dem Versuche ganz jungen Wein nehme.

Alles dieses ist schon in meiner *Arte di fare il vino* zu Florenz 1787 gedruckt worden; aber selten kommen italiänische Bücher über die Alpen. *) Vor dem chemischen Theile dieses Werks geht eine anatomische Untersuchung der Traube her; die wesentlichen Ingredienzien, die thätigen und die passiven Principien der Gährung werden darin durch Versuche bestimmt, und durch die Regeln künstliche Weine zu bereiten, geprüft; eine Aufzählung der chemischen Proben um Weinverfälschungen zu entdecken, und eine kurze Uebersicht aller Theorien der Gährung, welche man damahls hatte, machen den Beschluss des Werks. Sie werden darin unter andern einen merkwürdigen Umstand finden, welcher mit allen diesen Theorien im Widerspru-

*) Adam Fabbroni's Kunst nach vernünftigen Grundsätzen Wein zu verfertigen, aus dem Ital., mit Zusätzen von Hahnemann. Leipzig 1790.

che ſteht. Ein freier Zutritt der Luft gehört nämlich keinesweges zu den weſentlichen Erforderniſſen der Gährung; denn es iſt mir geglückt, ſie in der Torricelliſchen Leere hervorzubringen.

X.

Eine *Beobachtung über die Eſſiggährung*, von

Dr. S. Anschel,
Prof. der Phyſik und Chemie, und ausübendem Arzte zu Mainz.

(Aus einem Briefe an den Herausgeber.)

Ich habe vorigen Sommer in Gegenwart meiner Zuhörer einige Verſuche über die *Gährung des Eſſigs* gemacht, die mir einige Aufmerkſamkeit zu verdienen ſcheinen. Zur Zeit, wo die Wärme unſers phyſikaliſchen Theaters ſich faſt ununterbrochen auf 15° Reaum. erhielt, brachte ich eine kleine Quantität Bierhefen, Waſſer und Zucker unter die Glocke der Luftpumpe, während ich ein Gemenge von gleichen quantitätiven Maſſen neben dieſelbe ſetzte. Letzteres hatte in Zeit von 4 Tagen und darüber keine merkbare Veränderung in ſeiner Miſchung gezeigt. Hingegen in der mehr oder weniger ſehr verdünnten Luft erhielt ich am 4ten Tage reinen Eſſig. Brachte ich die Maſſe, welche in der atmoſphäriſchen Luft keine Veränderung erlitt, unter die Glocke, ſo erhielt ich ebenfalls am vierten Tage Eſſig. Jedes Mahl als ich die Miſchung unter der Glocke wegnahm, fand ich dieſe mit Eſſigdampf angefüllt. Bleimaſſen, welche ſich unter derſelben befanden, überzogen ſich mit einer weiſsen Kruſte. Ich habe dieſe Verſuche um dieſelbe Zeit mehrmahls mit demſelben Erfolge wiederhohlt, und ich hoffe nächſtens Muſse zu gewinnen, um ſie einigen Abänderungen zu unterwerfen. Sollte es ſich aber bei dieſen Erſcheinungen noch denken laſſen, daſs die atmoſphäriſche Luft Sauerſtoff zur Eſſiggährung hergeben müſſe?

ANNALEN DER PHYSIK.

FÜNFTER BAND, VIERTES STÜCK.

I.

BESCHREIBUNG
einer neuen Art von Ventilator, (Blaseventilator,)

von

I. W. Boswell

in London. *)

Die Art, wie in der Wassertrommel **) die Luft durch fallendes Wasser aus einer weiten in eine enge Röhre getrieben, und in den Bergwerken und Schmelzhütten benutzt wird, hatte mich schon längst auf den Gedanken gebracht, ob nicht der Luftstrom,

*) Zusammengezogen aus Nicholson's *Journ. of Nat. Phil.*, *Vol.* 4, p. 5 f. *d. H.*

**) Die beste durch Versuche ausgemittelte Construction der *Wassertrommel* findet man in D. Lewis Zusammenhang der Künste etc. *B.* Vergl. *Annal. d. Phys.*, III, 30.

der hier durch den Fall des Waſſers bewirkt wird, ſich lediglich durch Luft- oder Windſtoſs hervorbringen, und unter Umſtänden, wo jene Maſchine nicht anwendbar iſt, zum Abführen der verdorbenen Luft oder des Rauchs brauchen laſſe; doch konnte ich erſt vor kurzem dieſen Gedanken ausführen. Hier die Zeichnung und Beſchreibung meines Inſtruments, welches in den Verſuchen, die ich damit angeſtellt habe, meiner Erwartung ganz entſprach. In Fig. 1, Taf. VII, ſieht man die äuſsere Geſtalt, in Fig. 2 einen Durchſchnitt deſſelben.

In den beiden groſsen Röhren, Fig. 2, findet von *A* bis *B* eine freie Communication der Luft ſtatt. Der Theil *CED* iſt ein offner abgeſtumpfter Kegel, welcher ſich mit der Röhre *EF* endigt, deren Weite $\frac{1}{3}$ Durchmeſſer, und deren Länge 2 Durchmeſſer der weiten Röhre beträgt. Die Grundfläche *CD* dieſes Kegels wird gegen den Wind gerichtet. Iſt der Wind auch nur ſchwach, ſo verurſacht er doch einen merklichen Luftſtrom innerhalb der groſsen Röhren von *A* nach *B*. Ein kleines Inſtrument, das ich bei einem ſehr ſchwachen Winde auf dieſe Art oben an einem Fenſter anbrachte, wirkte mit ſolcher Kraft, daſs die Flamme eines Lichtes, das in einiger Entfernung von der untern Oeffnung der Röhre horizontal ſtand, heftig in die Röhre *A* hineingezogen wurde, und die Röhre *B* in kurzer Zeit, ſo daſs man ſich daran verbrennen konnte, erhitzte. Dieſer Verſuch, den ich ſtets mit gleichem Erfolge, und in

Gegenwart vieler Zeugen angeſtellt habe, läſst keinen Zweifel, daſs das Inſtrument nicht auch im Groſsen von eben ſo guter Wirkung ſeyn ſollte.

Mit dieſem Blaſe-Ventilator, deſſen Gröſse nach den verſchiedenen Erforderniſſen einzurichten wäre, könnte man

1. die *Schächte* in Bergwerken von den böſen Wettern reinigen;

2. die Luft zwiſchen den Verdecken eines *Schiffs* erneuern, und die durch das Athmen der Mannſchaft und die Ausdünſtung des Mundvorraths, des faulenden Waſſers u. ſ. w. verdorbene Luft aus dem Schiffe fortſchaffen, wozu, nach Verſuchen in einem Modelle zu urtheilen, bei groſsen Schiffen nur 2 bis 3 Stunden Zeit erforderlich ſeyn würden.

3. den Zug der *Windöfen* beträchtlich vermehren, wenn man ihn oben auf die Zugröhre oder auf den Schornſtein ſetzte;

4. lieſse er ſich als *Ventilator* auf Kornböden, in Magazinen, Spitälern, Gefängniſſen und in Zimmern anbringen; und endlich iſt er

5. ganz beſonders dazu geſchickt, das *Rauchen der Schornſteine*, ſofern es durch überſtreichende Winde verurſacht wird, (die einzige von den 9 Urſachen des Rauchens, die Franklin in den Schriften der gelehrten Geſellſchaft zu Philadelphia aufzählt, gegen die er kein Mittel zu finden wuſste,) gänzlich zu verhindern, und zwar deſto ſicherer, je

ſtärker der Wind weht. Zu dem Ende muſs die Maſchine auf den Gipfel des Schornſteins, gerade ſo wie der ſogenannte *Bärenkopf*, (der aber ohne ſonderlichen Nutzen iſt,) geſetzt werden, und zwar auch auf einen Zapfen, damit ſie ſich nach dem Winde drehen, und ſtets der volle Wind in ihre koniſche Oeffnung hineinblaſen kann. Um dabei die äuſsere Luft zu verhindern, daſs ſie nicht zwiſchen der ſich drehenden und der feſten Röhre hinabſteige, umgiebt man das untere Ende der erſtern äuſserlich mit weichem Leder oder Kaneſas, ſo daſs es zwiſchen beiden Röhren 2 bis 3 Zoll tief herabhängt. Dieſes Leder dient zu einer Art von Ventil, und hält die äuſsere Luft ab, nicht zwiſchen die Röhren hineinzudringen, ſo daſs die Maſchine in Beförderung des Zuges ihre volle Wirkung äuſsern kann. *) Eine andere noch zuverläſſigere, doch koſtſpieligere Methode, dieſes zu bewirken, iſt in Fig 3 vorgeſtellt. *A* ſtellt den feſten Theil der untern Röhre vor, der zu oberſt auf den Schornſtein nach der gewöhnlichen Art eingemauert wird, und *B* den beweglichen Theil, der ſich nach

*) Vorzüglich brauchbar ſcheint mir der Blaſe-Ventilator zu dieſer Abſicht auf den Schornſteinen der Schiffe zu ſeyn, da Seeſchiffe ſowohl als Fluſsſchiffe bei ſcharfem Winde oft viel vom Rauche leiden. Hier bedürfte es nur Vorrichtungen, wie die in Fig. 1 und 2 abgebildeten, welche jedesmahl einer von der Mannſchaft nach dem Winde drehen könnte. *B.*

dem Winde dreht, so daſs stets der volle Wind in die konische Oeffnung G bläſt. *E* ist die senkrechte Stange oder Achse, auf deren Spitze sich *B* herumdreht; sie ist an die beiden Querstangen *DD* in der unbeweglichen Röhre *A* befestigt, und geht durch eine Oeffnung der Stange *H*, welche in die bewegliche Röhre *B* eingenietet ist. Die Stange *E* wird auf diese Art in ihrer senkrechten Stellung erhalten, und die bewegliche Röhre kann sich auf ihr um die feste herumdrehen, ohne sie zu berühren. An die feste Röhre *A* wird zu oberst von auſsen die kurze Röhre *C C*, angeküttet, und in die dadurch entstehende 4 bis 5 Zoll tiefe Rinne so viel Quecksilber gegossen, daſs es $\frac{1}{2}$ Zoll über das untere Ende der beweglichen Röhre hervorragt, die sich in dieser Rinne frei herumdrehet; eine Vorkehrung, welche das Eindringen der äuſsern Luft gänzlich hindert, ohne das Drehen der beweglichen Röhre im mindesten zu hemmen. Rund um diese wird ein kleines Dach *F*, *F* befestigt, um Regen und Staub von der Rinne abzuhalten.

Der Wind veranlaſst in diesem Apparate den Luftzug durch die senkrechte Röhre *A*, wahrscheinlich auf folgende Art: Wenn der Windstrom in die konische Oeffnung *CD*, Fig. 2, eintritt, wird er von den Seitenwänden bis *E* immer mehr zusammengepreſst; in diesem Zustande geht er durch die enge Röhre bis *F*, wo er sich wieder nach und nach konisch oder konoidalisch ausbreitet, und dann die

Luft in *B*, gegen die er ſtöſst, mitnimmt, welche durch die von *A* aus nachſteigende Luft erſetzt wird. *)

Mit Beibehaltung der Grundſätze, nach denen dieſe Maſchine eingerichtet iſt, könnte ſie leicht dahin abgeändert werden, daſs man durch *Waſſerdämpfe* aus einer Art von Aeolipila daſſelbe bewirkte, als hier durch den Wind, und mittelſt ihrer z. B. den Zug in Hohöfen verſtärkte, oder während einer Windſtille die Luft in einem Schiffe erneuerte.

Bedenkt man die Art, wie die koniſche Oeffnung in dem Blaſe-Ventilator, (*blaſt-ventilator,*) wirkt, ſo könnte man leicht auf den Gedanken kommen, ob ſich nicht um eine *Windmühle* Wände ſo anlegen lieſsen, daſs durch ſie der Wind auf eine

*) Verengt ſich der Luftſtrom, ſo nimmt er an Geſchwindigkeit zu, und indem er durch die Luft der weitern Röhre zieht, ſcheint hier das ſtatt zu finden, was Venturi, (*Annal. der Phyſ.*, II, 425,) Seitenmittheilung der Bewegung nennt. So fern dabei ein Ausſtrömen einer Flüſſigkeit durch die Röhre *AB* ſtatt findet, möchte die Wirkung des Blaſe-Ventilators noch beträchtlich erhöht werden, wenn man bei *A* und *B* koniſche Erweiterungen an die Röhre anſetzte, (*Annal. der Phyſ.*, II, 460 f.,) und beide Stücke der Röhre nicht rechtwinklig an einander ſtoſsen lieſse, ſondern ſie in Geſtalt eines Quadranten krümmte. (*Annal. der Phyſik*, II, 462.) *d. H.*

ähnliche Art verstärkt, und zugleich auf einen festen Windflügel, aus welcher Richtung er auch bliese, geleitet würde. Eine so eingerichtete Windmühle würde auch den Vortheil gewähren, dass man ihre Bewegung nach Belieben, auf eine ähnliche Art wie bei Wassermühlen, reguliren und hemmen könnte, und die dazu aufzuführenden Wände könnten zugleich Vorrathshäuser und andere nützliche Gebäude umschliessen.

II.

Eine merkwürdige Erſcheinung durch ungewöhnliche Strahlenbrechung;

beobachtet

von

J. L. Heim

Viceconſiſtorial - Präſidenten zu Meiningen. *)

(Aus einem Briefe an den Herausgeber.)

Ich habe ſeit einigen Tagen die von Ihnen in die *Annalen der Phyſik* aufgenommenen Abhandlungen über die ſogenannte irdiſche Strahlenbrechung geleſen. Alle in denſelben angeführten Beobachtungen, — die Gruberiſchen künſtlichen Verſuche ausgenommen, — ſind auf groſsen Ebenen, in der Heide, in der Wüſte, auf dem Meere oder in der Nähe deſſelben gemacht worden. Aus *gebirgigen Gegenden* habe ich nicht eine einzige darunter gefunden. Es iſt auch leicht zu erachten, daſs dergleichen Strahlenbrechungen nicht leicht an Orten ſtatt finden können, wo nicht bloſs der Geſichtskreis eingeſchränkt iſt, ſondern auch Licht, Schatten, Höhe, Tiefe, Windzug, und ſo viele andere in kurzen Entfernungen abwechſelnde Urſachen, die Entſtehung, oder doch die Ausbreitung einer Luftſchicht

*) Dem Verfaſſer der trefflichen *geologiſchen Beſchreibung des Thüringer Waldgebirges.* d. H.

von gleicher Temperatur über einen beträchtlichen Raum, verhindern. Indeſſen iſt mir doch in der hieſigen gebirgigen Gegend eine ſolche Erſcheinung vorgekommen, deren Mittheilung, — der Seltenheit wegen, und weil ſie mit keiner *Spieglung aufwärts* verbunden war, *) — Ihnen vielleicht nicht unangenehm ſeyn wird.

Im *Werrathale*, das zwiſchen den parallel laufenden Bergketten des *Thüringer Waldes* und der *Rhön* die tiefſte Gegend ausmacht, befand ich mich auf einer Anhöhe von etwa 400 Fuſs. Vor mir in Weſten lag die *Rhön*, bis zu deren Anfang bei *Oberſladungen* 5 Stunden Weges gerechnet werden. Die Höhe der vorderſten Berge derſelben, die den Geſichtsſtrahl auffangen, und hinter welchen, (wie ich aus Erfahrung weiſs, auch von höhern Punkten um das Werrathal her, mit guten achromatiſchen Fernröhren und im Abendlichte, wo alle entfernten Gipfel deutlicher und näher erſcheinen,) ſchlechterdings nichts weiter geſehen werden kann, ſchätze ich auf 1400 Fuſs. Wenn man dieſelbe erſtiegen hat, ſo gelangt man auf eine weite Fläche, um derenwillen die Gegend die *breite Rhön* genannt wird. Nach ungefähr anderthalb Stunden Weges erhebt ſich weſt-ſüdweſtlich gegen das fuldiſche Territorium zu, ein zweites Stockwerk kleiner Berge, die aber, weil ſie auf die hohe Scheitelfläche des Gebirgs aufgeſetzt ſind, zu den höchſten Punkten deſſelben

*) Vergl. *Annalen der Phyſik*, III, 430. *d. H.*

gehören. Der vorderste derselben heiſst *Schwabenhimmelbett*, und der entfernteste, schon am jenseitigen Abhange, von welchem die Waſſer in die Fulda laufen, die *Wäſſerkuppe*. Er iſt zugleich der höchſte, und dürfte wohl über den Boden des Werrathals eine Elevation von 1800 Schuh haben. Hinter dieſen Bergen, nur etwas mehr nördlich, ſteigt, ganz auſserhalb der Bergkette, und aus dem niedrigen Lande, ein ſehr hoher Berg, die *Milzeburg*, wegen ſeiner Figur auch die *Todenlade* genannt, empor, der jedoch an Höhe der gegen über liegenden *Wäſſerkuppe* nicht gleich kommt. Bis zu demſelben hat man von hier aus eine ſtarke Tagereiſe nöthig, wobei freilich der Weg über das hohe Gebirge genommen werden muſs. Die gerade Linie nach Karten von der Gegend beurtheilt, dürfte $4\frac{3}{4}$ Meilen betragen.

Es war in der letzten Hälfte des Auguſts nach einem ſehr heiſsen Tage, als ich Abends gegen 6 Uhr auf die oben erwähnte Anhöhe kam. Ein Zug leichter Gewitterwolken, aus welchen es einigemal donnerte und ein wenig regnete, ſtieſs vom Thüringer Walde ab, und ging nach der Rhön, und dabei über die Gegend hin, die ich beſchrieben habe. Die Sonne in Weſten wurde durch dieſelben verdunkelt, und als ſie nach einiger Zeit hervorkam, war ſie im Begriffe, unterzugehen. In dem Augenblicke bemerkte ich eine auſserordentliche Helligkeit auf der Rhön, und zugleich Berge, die

ich sonst niemals aus meinem Standpunkte gesehen hatte. Gewöhnlich nehme ich, wenn ich Abends auf die Berge gehe, ein achroamtisches Fernrohr mit mir; aber diesesmal hatte ich nichts als eine kleine, doch sonst sehr gute Lorgnette bei mir von englischer Arbeit. Mit dieser sah ich nicht nur die vorhin angeführten auf die Scheitelfläche der Rhön aufgesetzten Berge, sondern auch die hinter denselben stehende *Milzeburg* so deutlich und so nahe, als ob sie nur zwei Stunden Weges von mir entfernt gewasen wären. Besonders hell war *Schwabenhimmelbett*, auf welchem ich die Stellen wieder erkannte, wo ich vormals Steine gesammelt hatte. Ja eine Zeit lang, (ungefähr 6 Minuten,) war es so hell, daſs ich, — so unglaublich es scheinen mag, — nicht nur den aus kurzem Gras und Moos bestehenden Rasen, womit die Gegend überzogen ist, unterscheiden, sondern auch sogar wahrnehmen konnte, daſs er naſs und mit schimmernden Tropfen bedeckt war, wie ungefähr die Wiesen im Morgenthaue, wenn sie von der Sonne beschienen werden. Sonderbar kontrastirten mit der Lichtzone um diese Berge her, die zur Seite noch stehen gebliebenen schwarzen Gewitterwolken. So wie die Sonne sank, fielen die von derselben abgekehrten Flächen in Schatten. Zuerst verschwand *Schwabenhimmelbett*, alsdann die *Milzeburg*, und zuletzt die *Wässerkuppe*. Von verkehrten, doppelten, in der Luft hängenden, durch vertikale oder horizontale Lichtstreifen getrennten Bildern, habe ich nichts wahr-

genommen. Alles war in seiner natürlichen Lage oder Stellung; alle Umrisse rein begrenzt; ich würde sonst schwerlich die Dinge wieder so haben erkennen können, wie ich sie ehemahls gesehen hatte; um so mehr, da ich mich anfangs betroffen fühlte, und nicht wusste, ob ich meinen Augen trauen sollte.

Nach den von Ihnen, von Grubern, Woltmann, Vince u. s. w. über die Strahlenbrechung aufgestellten Grundsätzen, glaube ich mir nun die Entstehung dieses Phänomens ganz natürlich erklären zu können. Die grosse Hitze des Tages, durch welche die um jene Berge her befindliche Luftschicht bis auf eine beträchtliche Höhe verdünnt werden konnte; der kurz vorhergegangene Regen und dessen Wirkung die Durchsichtigkeit und Spannung der Luftschichten zu erhöhen; der, meinem Bedünken nach, — wenn gleich aus der Reflexion des Lichts, die Sache allein nicht erklärt werden kann, — doch in diesem Falle nicht ganz aus der Acht zu lassende Stand der Sonne und der schiefe Einfallswinkel ihrer Strahlen, die, wenn sie einmahl von jenen Höhen, aufwärts convex, über die bis zum östlichen Rande des Gebirges sich erstreckende ebene Fläche, weggebrochen waren, leicht bei Verlängerung der Curve bis auf meinen niedrigen Standpunkt gelangen konnten: — dieses sind, wenn ich nicht irre, die Hauptumstände, auf welche es dabei ankommt. Vielleicht wäre es nicht unmöglich, dass noch einstens auf diesem Wege, Erscheinungen

om Thüringer Walde und aus der hiesigen Gegend u Ihnen nach Halle gelangen könnten. *)

*) Wie man sieht, im Ganzen dieselbe Erscheinung, welche Latham an der englischen Küste wahrnahm, (*Annal. der Phys.*, IV, 142,) nur dass der merkwürdige Fall, den Herr Vice-Consistorialpräsident Heim hier beschreibt, und den er mit so vielem Scharfsinne auffasste, noch mehr an das Wunderbare grenzt. Auch bei uns, mitten in Deutschland, ist also die *Fata Morgana* zu Hause, obwohl bei weitem seltener als in dem heissen Unter-Italien und unsern der See. Denn dass die wundervolle *Fata Morgana* zu dieser Klasse ungewöhnlich starker Refractionen gehört, glaube ich in einem der folgenden Stücke der Annalen ziemlich ausser Zweifel setzen zu können. *d. H.*

III.

Neue Beobachtungen über magnetische Granitfelsen auf dem Harze,

von

J. K. Wächter. *)

Dafs sich am Fuse des nordöstlichen der beiden pyramidalischen Granitfelsen, die *Schnarcher* genannt, welche auf einem Bergrücken über Schierke neben einander liegen, eine Stelle befindet, wo die Magnetnadel vom magnetischen Meridiane abweicht, ist schon seit einiger Zeit bekannt. **) Als Herr Wächter diese Stelle mit einem sehr empfindlichen englischen Taschen-Compass besuchte, fand er, dafs das nördliche Ende der Nadel, wenn es an diese Stelle gehalten wurde, etwa 15 — 18° von seiner Richtung westlich abwich. An andern benachbar-

*) Aus *dem Verkündiger*, *Nürnberg* 1800, 22. Stück, S. 169 — 172.

**) Der Berghauptmann von Trebra war der Erste, der diese merkwürdige Eigenschaft an jenem Granitfelsen entdeckte; Herr Schröder in Wernigerode fand sie auch an dem andern, höhern Schnarcher, und bestimmte die Polarität des erstern dahin, dafs die Nordseite desselben den Nord-Pol, die Südseite den Süd-Pol der Magnetnadel anzieht, und seine Beobachtung bestätigte Hr. von Zach. Vergl. mein *Handbuch für Reisende durch Deutschland*, Th. 3, S. 723. *d. H.*

ten Stellen ſtand die Nadel ganz richtig im magnetiſchen Meridiane. Auf der Spitze des Felſens zeigte ſich eine ganz vorzüglich ſtarke Polarität. Dieſe Spitze wird von drei groſsen, horizontal auf einander liegenden Granitblöcken, aus welchen die *Schnarcher* überhaupt zuſammengeſetzt zu ſeyn ſcheinen, gebildet. Wenn man an der öſtlichen Seite dieſer Blöcke ſteht, und die Nadel gegen ſie heranbewegt, ſo weicht ſie ſchon in einer Entfernung von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuſs weſtlich von ihrer Richtung ab, und bringt man ſie dem mittelſten Blocke ganz nahe, ſo wird das nördliche Ende der Nadel von Norden durch Weſten nach Süden gegen den Block, und das ſüdliche Ende der Nadel völlig nach Norden gekehrt. Der Granitblock hat hier folglich ſüdliche Polarität. Dieſe Polarität zeigt ſich auch an den andern beiden Granitblöcken, aber nicht ſo ſtark wie an dem mittelſten, und an dieſen reicht der ſtärkſte Wirkungskreis auch nur etwa $\frac{1}{2}$ Fuſs weit. Andere unterhalb dieſem liegende Blöcke zeigen gar keine magnetiſche Eigenſchaft.

Durch die Entdeckung einer ſo beträchtlichen Polarität iſt nun Einheit in die magnetiſchen Erſcheinungen am *Schnarcher* gebracht. Der ganze Granitfelſen iſt zu einem ungeheuern *Magnet* mit Nord- und Süd-Pol geworden; der erſtere Pol liegt weſtlich am Fuſse, der letztere öſtlich an der Spitze, beide in einer Diagonale des Felſens. An der nördlichen und ſüdlichen Seite liegen lauter Indifferenz-Punkte.

Herr Wächter unterſuchte noch einige andere ganz iſolirte Granitfelſen in dieſer Rückſicht. Auf dem bekannten *Ilſenſteine* bei Ilſenburg fand er auf der Spitze eine Stelle, wo die Magnetnadel auf dieſelbe Weiſe, wie bei dem Schnarcher, aus ihrer Richtung, und ihr nördliches Ende nach dem Felſen zu gedreht wurde. *) Eine gleiche ſüdliche Polarität findet ſich an der ganzen öſtlichen Seite des pyramidaliſchen Granitblockes, der die Spitze bildet, nur in immer abnehmenden Graden, ſo wie man ſich von ſeiner äuſserſten Spitze entfernt; ſie iſt aber hier nicht ſo wirkſam wie auf dem Schnarcher. Auf der gegen über liegenden weſtlichen Seite findet man in einer künſtlichen, etwa eine gute Hand breiten Kluft eine entgegengeſetzte nördliche Polarität, die indeſs nicht ſo wirkſam iſt, wie die ſüdliche. Alle andere hier herum befindlichen Stellen ſind dagegen Indifferenz-Punkte, oder zeigen doch nur ſchwache magnetiſche Kraft. Die Linie, in welcher beide Pole liegen, ſcheint alſo nur ſchräg durch das oberſte Ende des Felſens zu laufen, und nicht wie beim Schnarcher von der Spitze bis zum Fuſse.

Die

*) Dieſen Inverſions-Punkt auf der Spitze des Ilſenſteins hat zuerſt Herr Ob. Wachtm. von Zach entdeckt. Das Nord-Ende der Nadel dreht ſich hier nach ihm plötzlich durch Oſten nach Süden. *d. H.*

Die *hohen Klippen* liegen ebenfalls in der Graffschaft Wernigerode, in der Nähe des Brockens, in einer Reihe auf dem Rücken des Berges. Jede Klippe ist von der andern abgesondert, und besteht eigentlich aus einem Haufen ungeheurer, auf einander gethürmter, einzelner Granitblöcke, welche so wenig mit einander verbunden, und so genau auf einander balancirt zu seyn scheinen, dass man glauben sollte, es bedürfe nur eines Stosses, um sie aus einander zu werfen. An der westlichen Seite der höchsten Spitze fand Herr Wächter schon in einer Entfernung von einem Fusse eine sehr merklich wirkende nördliche Polarität, und an der gegen über stehenden östlichen Seite, eine noch grössere südliche, so dass der entgegengesetzte ungleichnamige Pol der Nadel dem Pole des Felsens jedesmahl zugekehrt war. *) Diese Felsenspitze ist nur an der Westseite zugänglich; obgleich an dieser Seite die nördliche Polarität ziemlich weit verbreitet ist, so scheint sie doch nur an Einer, wiewohl nicht sehr kleinen Stelle, zu liegen. An der südlichen Seite des Granitblockes befinden sich lauter Indifferenz-Punkte. Die andere minder hohe Klippe zeigt dieselben Erscheinungen, nur in einem noch beträchtlichern Grade. Hier lag die wirksamste Stelle an einer scharfen Kante.

*) Die Polarität der sogenannten *Hohneklippen* hatte vorher, so viel ich weiss, noch kein anderer Naturforscher erprobt. *d. H.*

Nun ging Herr Wächter zurück, und unterfuchte auch den *zweiten*, *höhern*, *füdweftlichen Schnarcher*, der aber ohne Leiter nicht zu befteigen war, und alfo nur am Fufse unterfucht werden konnte. Hier fand er an zwei entgegengefetzten Stellen eine fehr beträchtliche Polarität. Der Süd-Pol lag an der nordöftlichen Seite, und zeigte fich an der Spitze eines beträchtlich vorragenden Granitblockes vorzüglich ftark. Das nördliche Ende der Nadel ward in einer Entfernung von ½ Fufs mit Schnelligkeit herumgeriffen, und der Felfenfpitze zugekehrt. Auf der weftlichen Seite lag der Nord-Pol, er war aber bei weitem nicht fo wirkfam als der erftere, und auch nur an ein Paar Granitblöcken merklich.

Als darauf Herr Wächter den früher unterfuchten *erften Schnarcher* noch einmahl beftieg, entdeckte er hier noch eine merkwürdige Anomalie in den magnetifchen Erfcheinungen. Etwa in der Mitte des mittelften Blocks auf diefem Felfen lag, wie fchon angeführt worden, der Süd-Pol, und war bereits in einer Entfernung von zwei Fufs wirkfam. Jetzt unterfuchte Herr Wächter auch die beiden Enden diefes Blocks, und fand, dafs fie beide eine fo ftarke nördliche Polarität zeigten, dafs das füdliche Ende der Nadel in der Entfernung fchon in Bewegung gerieth. An einem und demfelben Granitblocke befinden fich alfo drei Pole, und zwar fo, dafs der Süd-Pol in der Mitte des Blocks von

den beiden Nord-Polen am Ende eingeschlossen ist. *)

Der Granit der beiden *Schnarcher* ist derber wie der der *Hohneklippen* und des *Ilsensteins*, und giebt am Stahle viel Funken. Der Granit des Ilsensteins ist nicht sehr fest, und scheint durch seine gelbliche Farbe zu verrathen, daſs er der Auflösung nahe ist.

Diesen Beobachtungen fügt Herr Wächter noch folgende Bemerkungen hinzu: 1. Die sämmtlichen von ihm untersuchten Granitfelsen liegen um den Brocken in einer Entfernung von 3 Stunden herum. — 2. Bei allen liegt auf der östlichen Seite der Süd-Pol, auf der westlichen der Nord-Pol. — 3. Der Süd-Pol ist bei den meisten viel schärfer bestimmt und kräftiger als der Nord-Pol; dabei nimmt aber doch der Süd-Pol eine gröſsere Fläche ein. — 4. Wo sich Polarität zeigt, ist sie an den hervorragenden Ecken und Kanten der Granitblöcke gewöhnlich am stärksten, doch nicht immer. Auch scheint sie mit der Festigkeit des Granits in Verhältniſs zu stehen. — 5. Die Linie, in welcher beide Pole liegen, hat ein sehr verschiedenes Streichen, bald von der Spitze bis zum Fuſse, bald anders; an der Spitze des Felsens findet sich aber *immer* Polarität. — 6. Der Granitblöcke, welche keine Wirksamkeit auf den Magnet äuſsern, oder der Indifferenz-Punkte, sind an einer Klippe bei weitem mehrere als der wirksamen. Dieser finden sich

*) Vergl. die Anmerkung am Schlusse.

gewöhnlich nur einige. Der Oberfläche der Granitblöcke, oder eingemischtem magnetischen Eisen, scheint also wohl die Ursache der magnetischen Erscheinungen nicht beigelegt werden zu können. Eisenfeilspäne haften nicht im mindesten auf den stärksten Stellen. — 7. Die Granitfelsen scheinen das im Großen zu seyn, was eiserne magnetische Stäbe im Kleinen sind; beide werden nämlich magnetisch. — 8. Scheint es, daſs man die magnetischen Eigenschaften ganzer Felsen von denen einzelner abgeschlagener Gebirgsmassen unterscheiden müsse.

Anmerkung,

über gleiche Polarität an zwei entgegengesetzten Endpunkten eines magnetischen Stoffs.

Vassalli erzählt in einem Briefe an den Abt Amoretti, (*Opuscoli scelti sulle scienze et sulle arti*, T. XIX, Milano 1796, p. 215,) er habe versucht, ob man nicht einem Eisen, das auf einer Seite sehr dick, auf der andern entgegengesetzten sehr dünn war, auf beiden Seiten gleiche Polarität geben könne. Dies sey ihm auch vollkommen gelungen, indem er beide Seiten abwechselnd in dieselbe zur Verfertigung künstlicher Magneten gewöhnliche Lage gebracht habe. Möglich ist es, hieraus jene von Hrn. Wächter beobachtete gleiche Polarität an beiden Seiten eines Granitblockes zu erklären, so wie es eben so gut auch möglich ist, daſs sie von einzelnem eingesprengten magnetischen Eisen entstanden ist. In demselben Briefe Vassalli's ist es, wo er seine Magnetnadel ohne Abweichung nach acht

jährigen Erfahrung, (die erste Nachricht steht in der *Bibliotheca oltremontana ad uso d'Italia*, Vol. III, p. 236,) wieder ins Gedächtniss bringt. Es ist doch wohl etwas unbillig, mit Tremery achtjährige Erfahrungen eines unbescholtenen Mannes, wegen einer so unvollkommenen Theorie, wie die bisherige magnetische, zu verwerfen. Vassalli's Vorschlag scheint zwar auch mir nicht von Erfolg zu seyn, aber darum möchte ich ihn doch nicht geradezu verwerfen. Taf. VII, Fig. 4, seyen zwei Magnetnadeln, die durch den hölzernen Stab *AB* in *a*, *b* und in *c*, *d* in entgegengesetzter Richtung unveränderlich befestigt sind. Man sieht leicht, dass, so wie der obere Nord-Pol stärker nach einer Seite, z. B. nach Osten, gezogen wird, eben so auch der untere dahin gezogen wird; vorausgesetzt, dass beide gleich stark sind, so werden sich beide Abweichungen aufheben. Im Allgemeinen glaube ich daher nicht, dass diesem Vorschlage einer *Magnetnadel ohne Abweichung* etwas entgegenstehen würde, als die Schwächung der magnetischen Kraft der einen Nadel durch das beständige Halten nach der dem natürlichen Zuge entgegengesetzten Richtung. (Es versteht sich, dass beim Magnetismus die Repulsion nur eben so scheinbar wie bei der Electricität ist.)

L. A. von *Arnim*.

IV.

UEBERSICHT

der magnetischen nicht - metallischen Stoffe,

von

L. A. von Arnim.

Namen der Stoffe.	Beobachter.	Bestandtheile in 100 Theilen des Stoffs.
Achat.	*Anton Brugmans*, (Beobachtungen üb. d. Verwandtschaften des Magnets, Leipz. 81, S. 128).	
Asbest.	*A. Brugmans* Vers., S. 156. *S. Brugmans* (litt. holl. Groeningana, Gron. 81, p. 98.)	48,45 Talkerde, 46,66 Kieselerde, 4,79 Eisen (Wiegleb in Crell's Ann. 84, I, 521).
Basalt von Grebsdorf in Schlesien.	*Charpentier* (im Intelligenzbl. der allgem. Litt. Zeitung von 97, No. 59).	52 Kiesel-, 15 Thon-, 8 kohlens. Kalkerde, 25 Eisen, (Bergmanni opusc. III, p. 213).
vom Fichtelberge bei Wiesenthal, der schwarze stärker als der graue.	*S. Brugmans*, p. 74; *von Veltheim*; und *Steinhäuser*, (in Scherer's Journal I, S. 279).	
Baumrinden.	*A. Brugmans*, Vers., S. 39.	
Bernstein.	*A. Brugmans*, Vers., S. 128.	

Namen der Stoffe.	Beobachter.	Bestandtheile in 100 Theilen des Stoffs.
...ftein.	A. Brugmans, Verf., S. 123, vielleicht auch *Bouguer.* *)	77,50 Kiesel-, 17,50 Thonerde, 1,75 Eisenoxyd, (Klaproth's Beiträge, II. Band, S. 65).
	v. Schlottheim, (in Crell's Ann. 97, I, S. 107).	19 Thon-, 47 Kiesel-, 6,20 Talk-, 5,40 Kalkerde, 5,40 Eisen, 17,50 Wasser, (Bergmanni Opusc. IV, p. 154).
...ysolith.	A. Brugmans Verf. S. 127.	
...nmerde.	A. Brugmanns Verf. S. 22.	
...mant, weisser ...nd gelber.	A. Brugmans, (phil. Verf. über die magnetische Materie, Leipz. 84, S. 293).	Kohlenstoff nach Guyton, (Annal. der Physik, II, S. 399. **)
...gsaures Eisen.	A. Brugmans Verf. S. 45.	
...lspath, je röther, desto ...ärker.	S. Brugmans, p. 42, v. Schlottheim in Crell's Annalen, 97, I, 108.	64 Kiesel-, 30 Thonerde und 6 Eisen, (Heyer in Crell's Ann. 88, II, S. 147).
...rirstein.	S. Brugmans, p. 38.	

*) Bouguer beschreibt einen weissen von Vulkanen ausgeworfenen Stein, der schwarz überzogen, stark auf die Magnetnadel gewirkt habe. (La figure de la terre determinée par Bouguer, Paris 1749, p. LXXXIV.) *A.*

**) Doch ist in Guyton's Analyse nicht darauf Rücksicht genommen, ob er nicht sogenanntes Krystallisations-Wasser, also Wasserstoff und Sauerstoff enthalte. *A.*

Namen der Stoffe.	Beobachter.	Bestandtheile in 100 Theilen des Stoffs.
Glimmer, schwarzer.	S. *Brugmans*, p. 101.	35 Kiesel-, 50 Thon-, 1,35 Talkerde, 7 Eisenkalk, (Vauquelin im Journal des Mines XXXIII, 302).
Grauwacke. (Quarz, Thon u. Kieselschiefer).	*Charpentier*, a. a. O.	
Granat. Er hat die stärkste Polarität unter allen von S. Brugmans unters. Fossilien.	S. *Brugmans*, p 50. A. *Brugmans* Vers. S. 128 und M S. 295.	Der Böhmische 40 Kiesel-, 28,50 Thon-, 10 Talk-, 3,50 Kalkerde, 16,50 Eisenkalk, 0,25 Braunsteinkalk, (Klaproth's Beiträge II, S. 21).
Saussure beobachtete dies an dem schönsten durchsichtigen orientalischen.	*Saussure* Voy. T. I, §. 84 et 85.	Der oriental. 35,75 Kiesel-, 27,25 Thonerde, 36 Eisenk., 0,25 Braunstein. Das. S. 26.
Granit. Der Granit der Schnarcher soll Magnet-Eisenstein eingesprengt enthalten. *)	v. *Zach*, (in Bode's Samml. z. astr. Jahrb. 1794).	
Hornblende.	v. *Humboldt*, (im Intell. der allg Lit. Z. 97, No. 38).	37 Kiesel-, 22 Thon-, 16 Talk-, 2 Kalkerde, 23 Eisenkalk, (Kirwan in d. n. A. s. Miner. I B., S. 289).

*) Steinhäuser in Scherer's Journal, I. S. 267, fand Magnetismus an einem Granit, der strahligen *Wolfram* enthielt, von Reutenkranz, und an einem mit grüner *Talkerde* mit Granaten. *A.*

Namen der Stoffe.	Beobachter.	Bestandtheile in 100 Theilen des Stoffs.
Hornstein.	*S. Brugmans*, p. 74.	
Holz, insbesondere das dichtere.	*A. Brugmans* Verf., S. 38.	
Jaspis. Bis zu den kleinsten Stücken polarisirend, der rothe insbesondere.	*S. Brugmans*, p. 68. *A. Brugmans* Verf., S. 128. *Steinhäuser*, a. a. O., S. 277.	
Kalkstein.	*S. Brugmans*, p. 12.	
Kalkgang aus dem Wildsberge bei Marienberg.	*Charpentier*, a. a. O.	
Labradorstein. *)	*A. Brugmans* phil. Verfuche, S 296	(Chromium?)
Lava. Sie zog gar kein magnetisches Eisen an.	*Breislak*, (in Voigt's Magazin, IV. B. St. 4, S. 34,) und *Gioeni*, (Saggio di lithologia vesuviana, Napoli 1790, p. 88.)	
Ein Mühlstein, der Lava ähnlich.	*A. Brugmans* Verf., S. 116.	
Marmor, schwarzer.	*A. Brugmans* Verf., S. 107.	
Pechstein.	*Steinhäuser*, a. a. O., S. 277.	73 Kiesel-, 18 Thonerde, 5 Eisenkalk, Waffer, (Wiegleb in Crell's neuesten Entdeckungen, Th. II, S. 26).

*) Herr v. Schlottheim spricht ihm den Magnetismus ab, in Crell's Annalen, 97, I, S. 109; ich habe mich aber von der Richtigkeit der Brugmannischen Beobachtung, wenigstens in einigen Stücken überzeugt. *A.*

Namen der Stoffe.	Beobachter.	Bestandtheile i[n] Theilen des St[offs]
Porphyr. Bei Pini war die Hauptmasse des einen Pechstein, des andern Jaspis; in beiden Feldspath.	*S. Brugmans.* p. 116. und *Pini*, (Memoria di alcuni fossili singolari della Lombardia austriaca et di altre parte dell' Italia, 8. Milano 1791, §. 5, p. 8).	
Porphyrschiefer.	*Charpentier*, a. a. O.	
Pechstein-Porphyr von Schneeberg.	*Adolph Beyer*, (im Intell. d. allg. Litt Z. 97, No. 87.)	
Quarz. Der weisse nie, aber der graue körnige immer.	*S. Brugmans*, p. 46	
Quarz, mit schwarzem Schörl.	*S. Brugmans*, p. 108.	
Rubin, desto mehr je dunkler.	*A. Brugmans* Vers., S. 127.	
Rubibalass und Rubizell.	*A. Brugmans*, P. V. und M., S. 294.	
Sandstein, der rothe am stärksten, der gelbe weniger, der weisse gar nicht.	*S. Brugmans*, p. 29 — 35.	
Salpetersaures Eisen.	*A. Brugmans* Vers., S. 41 — 50.	98 Thon-, Kalkerde, Eisenkalk, (K[lap]roth's Beit[r.] S. 77.
Saphir.	*A. Brugmans* M., S. 295.	
Schwefelsaures Eisen.	*A. Brugmans* Vers., S. 41 — 50.	

Namen der Stoffe.	Beobachter.	Bestandtheile in 100 Theilen des Stoffs.
Schwefelsaurer Zink u. Kupfer.	*A. Brugmans*, S. 38.	
Smaragd.	*A. Brugmans* Vers., S. 127.	
Serpentin.	*A. Brugmans* Vers., 124. *S. Brugm.* 98.	
Vom Paß Vulkan	*Fichtel's* mineralogische Aufsätze, Wien 94, S. 223.	
Von dem Haidberge bei Gefreess im Bayreuthischen.	*v. Humboldt* in der all. Litt. Z., Int. Bl. f. 1796, S. 1447, und 1797, No. 38, 68; ferner in *Crell's* Annalen für 97, I. B., S. 100. (Vergl. Moll's Jahrbücher der Berg- und Hüttenkunde, III. B. Salzburg 1799, S. 317.	33,5 Talk-, 45 Kiesel-, 6,25 Kalkerde, 14 Eisen. (Knoch in den chem. Annalen, 90, II. B., S. 504).
Von Zöblitz und von Waldheim.	*Charpentier* a. a. O. *Schlottheim* a. a. O., S. 106.	Enthält Chromium nach Rose in Scherer's Journ. IV. B., S. 308.
Von Erbendorf bis zum Schlosse Kretschenweil.	*Remer* im Münchner Taschenbuche für 1798.	
Alle Serpentine aus dem Voigtlande.	*Steinhäuser* a. a. O., S. 279.	
Schwamm.	*A. Brugmans* Vers.	
Schillerspath von der Paste bei Harzburg, von Vellerano bei Siena, und aus dem Innthale bei Hall.	*Charpentier*, a. a. O.	52 Kiesel-, 23,33 Thon-, 6 Talk-, 7 Kalkerde, 17,5 Eisen. (Heyer in Crell's Ann., 88, II. B., S. 147).

Namen der Stoffe.	Beobachter.	Bestandtheile in 100 Theilen des Stoffs.
Speckstein.	*S. Brugmans*, p. 104.	30,5 Talk - , 59,5 Kieselerde - , 2,5 Eisenkalk, 5,5 Wasser. (Klaproth's Beiträge, II, S. 179).
Spinelt.	*A. Brugmans* M., S. 295.	82,47 Thon - , 8,78 Talkerde, 0,18 Chronium-Kalk, (Vauquelin im J. des Mines, XXXVIII, p. 89).
Strahlstein.	*S. Brugmans*, p. 98.	
Syenit vom Spaarberge bei Meissen.	*Charpentier.*	
Talk.	*A. Brugmans* Versuch, S. 130. *v. Schlottheim*, am angef. Orte.	
Thonerde aller Art.	*A. Brugmans* Verf., S. 25.	
Gebrannte Ziegel, vorzüglich auch Porcellain.	*Ebenderselbe*, S. 88 — 90.	
Thonschiefer.	*S. Brugmans*, p. 74.	
Thonschiefer, uranfänglicher von rothbrauner Farbe aus der Gegend von Falkenstein im Voigtlande; ist selbst Magnet, hat seine bestimmten Pole und zieht viel Eisen an.	*Steinhäuser*, a. a. O, S. 277.	

Namen der Stoffe.	Beobachter.	Bestandtheile in 100 Theilen des Stoffs.
Topfstein.	*S. Brugmans*, p. 98.	
Torf.	*A. Brugmans* Verf., S. 31.	
Trafs oder Tufstein.	*Ebendaf.*, S. 34. (Vergl. B. 32 der fchwed. akademifchen Abh. Leipzig 74, S. 52. Breislak in Gioenilith. vefuv., p. 89).	
Türkis.	*Ebendaf.*, S. 128.	
Turmalin.	*A. Brugmans* M., S 295.	40 Kiefel-, 39 Thon-, 4 Kalkerde, 12 Eifenkalk, 2,50 Braunftein, (Vauquelin in Ann. de Ch., No. 88, p. 105).
Thierifche Theile. Haare, Federn Fifchgräten.	*A. Brugmans* Verf., S. 104.	

Nur wenige Worte will ich diefer Ueberficht hinzufügen, die Refultate hingegen mit manchen andern Bemerkungen fpäterhin im Zufammenhange vorlegen. Mein Wunfch war, dafs fie möglichft vollftändig alle bekannt gewordenen Beobachtungen aufftellen möchte; dadurch glaubte ich ein Hauptbedürfnifs zu befriedigen. Eine Ueberficht des gröfsern Theils der magnetifchen *metallifchen* Stoffe, hat Herr Ritter in diefen Annalen geliefert, (*Annalen*, IV, S. 15 — 33.) Die *Metallkalke* und *Erze*, z. B. Gallizin's Eifenerz, (v. Crell's

Annalen, 97, I, 63,) habe ich ebenfalls weggelassen; es ist genug, dafs ich im Allgemeinen bemerke, auch der gelbe und rothe Eisenkalk sey nach Brugmans Versuchen, (Brugmans *V.*, S. 45,) noch vom Magnete gezogen worden; eben so fast alle damahls bekannten Metallkalke, selbst der Metalle, die im metallischen Zustande nicht anziehbar waren. Unter den *Erzen* fand er den würfligen Bleiglanz, insbesondere die Zinnerze, die Kupfererze, Gold- und Silbererze und Quecksilbererze magnetisch, (Brugmans *V.*, S. 156 — 165.) Die Namen der Fossilien habe ich nicht ändern mögen, es hätte dadurch eher Misverstand entstehen können; dies ist aber auch Ursache, dafs bei manchen keine chemische Analysen stehen, die natürlich auch bei allen gemengten Fossilien und den Salzen weggeblieben sind.

Hier noch einige Versuche als Nachträge zu meinem frühern Aufsatze über Magnetismus, (*Annalen*, III, S. 48.) Morveau fand, dafs metallisches *Platin* erst nicht vom Magnet gezogen wurde, da hingegen es mit Kohlen umgeschmolzen magnetisch wurde, (Rozier *obs.*, T. VI, 1775 sept., p. 193 — 203. Crell's *Beiträge*, III. B., S. 357.) Brugmans sagt, dafs unter allen damahls sogenannten Halbmetallen das *Zink* den stärksten Magnetismus gezeigt habe, (Brugmans *V.*, S. 163,) und Lassone erhielt beim Verkalken desselben Kohlensäure, und Berthollet sogar aus 4 Loth Zink $14\frac{1}{2}$ Gran Kohle, die etwas Eisen und Braunstein

enthielt, ohne zu rechnen, was mit dem Waſſerſtoffgas verbunden verloren ging, (Crell's *Ann.*, 94, I. B., S. 526.) Auch *Wismuth* iſt ſtark magnetiſch, (Brugmans *V.*, S. 163,) und Herr Lampadius, (*Samml. prakt.-chem. Abhandl.*, I. B., S. 152,) erhielt beim Verkalken deſſelben etwas Kohlenſäure. Die Verbindung des *Kupfers* und *Braunſteins* mit Kohle ſind bekannt. Ueberhaupt ſind indeſſen die Verbindungen der Kohle mit den Metallen noch zu wenig unterſucht; über den Kohlenſtoff ſelbſt, ſeine verſchiedene Bildung u. ſ. w. läſst ſich noch immer mehr vermuthen, als beweiſen.

Angenehm war es mir, die in meinem frühern Aufſatze aufgeſtellte Beobachtung über den Zuſammenhang zwiſchen Cohärenz und Magnetismus von Herrn Schelling in ſein Syſtem aufgenommen zu finden, (*Syſtem des transſcendentalen Idealismus*, Tübingen 1800, S. 184;) doch geſtehe ich, daſs ich die Coincidenz der *a priori* dort conſtruirten Linie mit der des Magnets nicht finde, (S. 179,) und glaube, der Magnetismus ſey mehr, oder vielmehr etwas anderes als das Conſtruirende der Länge, und nur durch Conſtruction aller drei Dimenſionen möglich. Das Geſetz der Einheit der Miſchung bei der Zweiheit der Klaſſen der gemiſchten Stoffe, (Sauerſtoff und Nichtſauerſtoff,) welches ich dort für die meiſten magnetiſchen metalliſchen Stoffe bewieſen zu haben glaube, (ein Geſetz, an deſſen Uebereinſtimmung mit dem Galvaniſchen, von Herrn Ritter aufgeſtellten, ich

erst einige Zeit nach dem Abdrucke jenes Auffatzes dachte,) wird auch durch die hier zusammengestellten magnetischen nicht metallischen Stoffe bestätigt. In allen sind Sauerstoff und sauerstoffbare Stoffe.

Wenn auch unsre chemischen Untersuchungen uns nicht sagen können, ob in einer Verbindung eines Metalls mit einer Erde Sauerstoff ist, so beweist es doch schon die Unmöglichkeit, einen metallischen Stoff als Metall damit zu verbinden. Merkwürdig ist es sicher, dafs hauptsächlich so vereinzelte verwitternde Gebirgsmassen, wie die Schnarcher, der von Herrn v. Humboldt aufgefundene Serpentin-Felsen im Fichtelgebirge und andere, einen so ausgezeichneten Magnetismus zeigen. Oder ist es nur Mangel fleifsiger Beobachtung, der uns diese kleinern Erdpole so selten wahrnehmen läfst? Oder pafst dies etwa mit Buffon's Erfahrung, (*Supplem. à l'hist. nat.*, T. II, p. 39,) zusammen, dafs Erze nur in offenen Tiegeln geglüht, Vermehrung ihrer magnetischen Kraft zeigen? und wird es hierdurch nicht schon wahrscheinlich, dafs der oben liegende Südpol mehr oxydirt werden mufs? Worin besteht auch wohl die Luft-Verwitterung einer Gebirgsart anders, als in der Abscheidung des darin enthaltenen Metalls durch Oxydation desselben? Ich kann einen Versuch nicht unerwähnt lassen, den ich in diesem Frühjahre sehr oft mit demselben Erfolge wiederhohlt habe. Wenn ich von drei polirten magnetischen Stäben zwei mit

un-

ungleichnamigen Polen und den dritten mit gleichnamigen Polen, befeuchtet an einander legte, so hatte ich nach einer Nacht zwischen jenen immer gelben vollkommenen, zwischen diesen schwärzlichen unvollkommenen und viel weniger Eisenkalk. Von Einfluss für den Magnetismus ist auch die von Pictet beobachtete grössere Wärmeverbreitung nach oben in festen Körpern; — doch davon die weitere Ausführung an einem andern Orte.

So wie der Magnetismus des Serpentins, nach dem von Herrn Rose darin gefundenen Chromium, Herrn Ritter's Vermuthungen über den Magnetismus des Chromiums bestätigen: so können uns der ausgezeichnete Magnetismus des mit Wolfram durchzogenen Granits, so wie der Titangehalt, nach H. Crell's Analyse, (Crell's *Ann.*, 97, I, S. 73,) des Gallitzinschen Fossils, zu neuen Vermuthungen über den Magnetismus beider berechtigen.

V.

Scipio Breislak's physikalische Topographie von Campanien, ausgezogen

von

Leopold von Buch in Berlin. *)

Breislak war schon durch sein treffliches Werk über die Solfatara, (in deren Krater er Jahre lang einsam gelebt hatte, um dieses Wunder der Natur an Ort und Stelle gehörig zu studiren,) und durch andere gründliche naturhistorische Werke, als einer der ersten Naturforscher Italiens bekannt. Das gegenwärtige Werk enthält die Resultate seiner mühsamen zwölfjährigen Nachforschungen in *Campanien*, d. i. in der Provinz, welche Neapel umgiebt. Bisher gab es über die Mineralogie des Vesuvs bloſse Fragmente. Alle bisherige Schriften über diesen Vulkan, die zusammengenommen fast eine kleine Bibliothek ausmachen, enthielten bloſs die Geschichte einzelner Ausbrüche, und das einzige eigentliche mineralogische Werk über denselben, der Katalog von *Gioeni*, ist mehr nichts als ein Katalog. Breis-

*) *Journal de Physique*, t. 6, p. 325—331. Der Titel des Werks ist: Scipione Breislak *Topographia Physica della Campania, dedicata alla Signora Contessa Skawronsky*. *Firenze* 1798.

lak war der Erste, der diese Gegenden als physikalischer Geolog untersuchte, und seinem geübten und grossen Blicke und seiner Genauigkeit verdanken wir diese höchst interessante physikalische Schrift, und die einzige wirklich geologische Beschreibung des Vesuvs, die wir besitzen.

Kapitel I. Die ganze *vulkanische Gegend*, welche man ehemals das *glückliche Campanien* nannte, wird von einem Halbkreise hoher Kalkgebirge umgeben, die zur grossen Kette der Apenninen gehört, sich vom Vorgebirge von Gaeta nach Süden bis zum Vorgebirge der Minerva, oder de la Campanella zieht, und sich dort zwischen den Buchten von Salerno und Neapel endigt. Sie besteht aus einem grauen, dichten, schuppigen *Kalksteine, von neuerer Formation.* Der hohe Berg von Pietra Roja bei Ceretto enthält viele Abdrücke von Fischen, höher hinauf Pectiniten und Ammoniten, und man hat darin sogar einen Knochen eines grossen Seethiers gefunden. Eben so enthält der Kalkstein bei Torre d'Orlande unweit Castel a Mare viele Ueberreste des *Sparus Gurracinus*, eines kleinen, in Neapel ausserordentlich häufigen Fisches. Nach Salerno und Sorrento zu geht indess der Kalkstein in Gebirgsarten von älterer Formation über. Der Berg von Massa besteht schon aus glimmrigem Thonschiefer, der auf glimmrigem Sandstein ruht, beide wahrscheinlich von einer Formation, die zunächst auf die der uranfänglichen Gebirge folgte. Sie ist dieselbe, in der sich die reichen Erzgänge Siebenbür-

gens, des Harzes, und die meiſten von Giromagny im Elſaſs befinden, und die Wernerſche Schule nennt ſie die *Uebergangs-Formation.*

Faſt überall am Fuſse der erſten Kalkhügel quellen *Schwefelwaſſer*, die eine Menge Schwefel abſetzen, und über die ein Nebel von Schwefel-Waſſerſtoffgas hängt. Dahin gehören die mineraliſchen Quellen unter Pujo bei Garigliano, die bei Sarno, und die unter den Alten ſo berühmten bei Caſtel a Mare. Sie haben wahrſcheinlich ihren Urſprung in der vulkaniſchen Gegend, ſtoſsen in ihrem unterirdiſchen Laufe gegen jene groſsen Kalkſteinmaſſen, die ſie nicht durchdringen können, und werden durch ſie gezwungen, zu Tage hervorzubrechen. Wenigſtens ſcheint ihre Temperatur, welche die der Atmoſphäre nie übertrifft, auf einen unterirdiſchen Lauf von einem Punkte ab zu deuten, wo ſie erhitzt genug ſind, die Stoffe aufzulöſen, die ſich aus ihnen niederſchlagen, ſo wie ſie mit der Atmoſphäre in Berührung kommen.

Kapitel II, III. Die groſse Ebene Campaniens wird von zwei merkwürdigen Bergen durchſchnitten, dem *Mont-Maſſico* und der *Rocca Monſina* bei Seſſa. Erſterer beſteht aus Kalkſtein, letzterer iſt ein ſehr groſser, verloſchner Vulkan, an dem ſich noch ſehr deutliche Spuren mehrerer Krater und vieler Lavaſtröme finden. Breislak iſt der Erſte, der dieſen verloſchnen Vulkan auffand, über den er im April 1793 ſeine Unterſuchungen anfing. Die Stadt *Seſſa* an ſeinem Fuſse hat wahrſcheinlich daſ-

ſelbe Schickſal als Herculaneum erlitten, obgleich die Geſchichte deſſen nicht erwähnt. Denn beim Nachgraben in der jetzigen Stadt, ſtöſst man überall unter der Puzzolanerde auf Ueberreſte alter Gebäude. Man hat hier Zimmer mit Gemählden, und ſelbſt ein Amphitheater aufgegraben, und die Maſſe, womit dieſe Gebäude bedeckt ſind, gleicht gar ſehr der, welche über Herculaneum liegt.

Geht man von Seſſa dem Laufe der Bäche entgegen, ſo kömmt man bald bei Molara di Valogna auf zwei über einander liegende Lavaſtröme. Die Lava des untern iſt grau, porös, und enthält viele Leucite, (Breislak's *Petroſilex argillaceus*,) und einige kleine Olivinkryſtalle; die Lava des obern iſt viel dunkler, von feinerm und dichterm Korne, enthält nur wenig Leucite, aber viele Olivine, (Augite,) und gleicht vollkommen den Steinen, woraus die *Via Appia* gebauet iſt. Alle Schriftſteller irrten ſich bisher in dem Orte, von wo Appius die Steine erhielt, da man die Rocca Monfina bis jetzt nicht kannte. Denn weder die Berge von Cori und Segni, noch der Mont-Maſſico, noch die Gegend um Pozzuoli, noch der Veſuv ſelbſt, konnten ſie liefern, abgeſehn ſelbſt von dem beſchwerlichen Transport derſelben von dieſen Orten, ſtatt daſs man ſie dort gleich in der Nähe hatte.

Einen andern Strom dichter Lava, der nichts als Olivine, (Angite?) enthält, findet man auf dem Wege von Seſſa nach der Rocca Monfina. Noch jetzt ſieht man auf ſeiner Oberfläche alle die Krümmungen und

Windungen, welche die jetzigen Laven auf ihrem Laufe annehmen; ein Zeichen, dafs er nicht fehr alt feyn kann. Auch haben in der That alle Lavaströme in der Gegend von Seffa ein fo frifches Anfehn, als die neuen Laven des Vefuvs. Um fo mehr mufs man fich verwundern, dafs fich in keinem einzigen Hiftoriker irgend ein Factum findet, woraus man auf einen Ausbruch des Vulkans der Rocca Monfina fchliefsen könnte.

Breislak befchreibt diefen ganzen merkwürdigen Berg mit aufserordentlicher Genauigkeit, und verfolgt jene Lavaftröme von ihrem Urfprunge an, bis wo fie fich in den tiefen Thälern am Abhange des Berges verlieren, indem er ihre Verfchiedenheiten und ihre Uebereinftimmung bemerkt. Man glaubt mit ihm umher zu wandeln und zu beobachten, und mufs erftaunen, wie es möglich war, einen fo unbezweiflichen Vulkan, der den Vefuv um vieles an Gröfse und Varietät der Laven übertrifft, und fich faft mit dem Aetna meffen dürfte, fo lange zu überfehn.

Der Krater diefes mächtigen Vulkans ift faft ganz zufammengeftürzt; doch läfst fich ziemlich deutlich wahrnehmen, dafs er ungefähr 8 ital. oder faft 2 geogr. Meilen im Durchmeffer gehabt habe. Die beiden Berge *di Lattanti* und von *S. Croce* erheben fich aus diefer Ebene, fo wie der Kegel des Vefuvs aus der Ebene zwifchen dem Vefuv und den Bergen Somma und Ottajano. Vielleicht, dafs künf-

tig auch dieſer Kegel ganz die Geſtalt des Kraters der Rocca-Monfina annimmt.

Kapitel IV. *Der Veſuv und der Berg Somma.* Breislak glaubt, daſs die vulkaniſchen Hügel vom Veſuv bis an Cuma unter einander in Verbindung ſtehn, und daſs man ſie für einen einzigen Vulkan nehmen müſſe, in welchem ſich, der Stärke und Dauer der Exploſionen gemäſs, mehrere Oeffnungen gebildet haben, wie man das noch jetzt am Aetna wahrnimmt. Möchte gleich dieſe Meinung bei denen, welche die groſse Verſchiedenheit des Bodens und der Steinarten zu beiden Seiten der Kette von Pauſilippo kennen, und den Herd der Vulkane nicht dem Centro der Erde nahe ſuchen, wenig Eingang finden; ſo kann man doch ſchwerlich in Abrede ſeyn, daſs, wie unſer Verfaſſer mit Gioeni annimmt, der Veſuv im Grunde des Meers entſtanden iſt. Dieſes ſcheint beſonders der Tuffſtein in der Nachbarſchaft des Veſuvs zu beweiſen, der die in der Bucht von Neapel ſo häufige Korallenart, *Cleoptra ſpongiles*, enthält.

Der Berg Somma iſt ganz und gar aus Lagen von Lava, die viele Olivine, (Augite,) und Leucite enthält, zuſammengeſetzt, welche man ſelbſt an der Süd-Seite, ungeachtet der dort üppigen Vegetation wahrnimmt. Der ganze Berg iſt mit Geſchieben uranfänglicher, vom Feuer nicht veränderter Gebirgsarten bedeckt, die aber keinesweges, wie Gioeni meinte, zugleich bei einer einzigen Eruption, herausgeſchleudert ſind. Dieſem widerſtrei-

tet die verſchiedene Tiefe, in der ſie ſich finden, und Breislak ſelbſt hat auf dem Kegel des Veſuvs eine Maſſe weiſsen Kalkſteins, 3 Kubik-Fuſs groſs gefunden, welche erſt ganz neuerlich dorthin geſchleudert ſeyn konnte.

Die unzählbare Menge weiſser Marmorſtücke auf dem Abhange des Veſuvs, zeigen ein ſehr merkwürdiges Phänomen. Viele derſelben ſind in einem hohen Grade *phosphorescirend*, und leuchten, ſelbſt wenn man ſie unter Waſſer reibt; doch iſt ihr Licht verſchieden, meiſt roth, manchmahl weiſs. In einigen reicht ein ſehr leichter Schlag hin, dieſe Phosphorescenz hervorzubringen; andere zeigen, ſelbſt wenn man ſie ſtark reibt, nur einen ſchwachen Schein; und von manchen phosphorescirte ſogar nur ein Theil, der andere nicht. Sie unterſcheiden ſich alle vom Dolomit weſentlich dadurch, daſs dieſer mit Säuren nur langſam, ſie aber ſehr lebhaft und ſchnell aufbrauſen. Sie enthalten kleine Chlorit- und Glimmer-Kryſtalle, Feldſpath in ſechseckigen Prismen, ſchwarzen Schörl, Olivine, Veſuviane, (Hyacinthen vom Veſuv,) octaedriſche Kryſtalle von magnetiſchem Eiſenerze, Streifen von Gyps und ſelbſt Leucite, theils durchſichtige, theils undurchſichtige, einige vom Steine ringsum eingewickelt, andere auf den Seitenwänden der Höhlungen aufſitzend.

In die Laven des Bergs Somma iſt am häufigſten *Leucit* eingemiſcht. Dieſes ſonderbare, im un-

tern Italien so gewöhnliche Mineral, kömmt überhaupt in sehr verschiedenen Gestalten vor. Man findet es entweder einzeln und isolirt, von 18 Linien bis 1 Linie und weniger im Durchmesser; oder in die Lava eingewickelt; oder, wie auf dem Hügel von Tusculum, mit Pyroxenen und Glimmer vermischt, oder im Kalksteine. Gewöhnlich ist der Leucit weiss, doch giebt es auch rothe. Die grossen sind undurchsichtig, werden jedoch, wenn man sie mit Wasser befeuchtet, halb durchsichtig. Von einem sehr schönen Leucitkrystall, den Lady North besass, waren zwei Drittel durchsichtig und glänzend, das übrige matt weiss und undurchsichtig. Die Krystalle enthalten stets eine fremdartige Substanz, entweder Pyroxène oder Feldspath?, und das selbst, wenn sie sich im Marmor, (in der Lava?) von Somma finden. Ihre Gestalt ist zum Bewundern gleichförmig. Man bemerkt in ihnen nie die in den krystallisirten vulkanischen Produkten so gewöhnliche Abstumpfung der Ränder und Ecken. Auch ist es merkwürdig, dass sie sich in den neuern Laven nicht in solcher Menge und in so grossen Krystallen, als in den alten, wie z. B. denen des Bergs Somma, denen, worüber Pompeji stand, und überhaupt allen vor dem grossen Ausbruche unter Titus finden. Alle in den neuern Laven sind nur klein, undeutlich und mit der Lavamasse verschmolzen. „Vielleicht", sagt Breislak, „giebt es im südlichen Italien ein Gebirgslager voll Leucite, durch welches sich der Herd des Vesuvs durchgezogen

hat, und nun befindet ſich dieſer vermuthlich in einer andern Gegend, voll Pyroxene.“

Man findet am Veſuv eine erdige Lava, die Kalkſpath, Pyroxene, zuweilen auch nierenförmigen Chalcedon, und Höhlungen *voll reinen Waſſers* enthält; eine ſonderbare Erſcheinung, die jedoch nicht ſelten iſt, und ſich häufig in der Lava vom Capo di Bove bei Rom, und in einigen Laven des Somma's findet. Breislak glaubt, daſs dieſes Waſſer ſich in der noch flüſſigen Lava bilde.

Der *Kegel des Veſuvs*, der auf ſeiner Oberfläche nichts als Schlacken, Fragmente von Lava, und vulkaniſchen Sand zeigt, ſcheint, gleich dem Berge Somma, ganz aus verſchiedenen Lavalagen zu beſtehn. Als im Jahre 1776 (?) an ſeinem nord-weſtlichen Abhange ein 1000 Fuſs langer, 400 Fuſs breiter und wenigſtens 60 Fuſs tiefer Riſs entſtand, konnte man dieſe über einander liegenden Bänke wahrnehmen, welche dem Kegel Halt und Feſtigkeit geben. Jeder Lavaſtrom, der ſich aus dem groſsen Krater ergieſst, vergröſsert ihn. Faſt nach jedem groſsen Ausbruche ändert ſich ſeine Geſtalt. Die Eruption von 1794 erniedrigte ihn um das Viertel, und jetzt, (1798,) gleicht er einem ſchief abgeſtumpften Kegel. Die groſse Mündung im Gipfel hat ungefähr 5000 Fuſs im Umfange, und 500 Fuſs Tiefe. Im Jahre 1794, als Breislak den Muth hatte, den Krater wenige Tage nach dem groſsen Ausbruche zu beſuchen, fand er ihn 500 Fuſs tief. Sein Boden erhöht ſich allmählig, beſonders durch

das Einſtürzen der Wände, die zu ſteil ſind, um ſtarken Regengüſſen und dem zerſtörenden Einfluſſe der Witterung zu widerſtehn. Dieſe Erhöhung des Bodens geht oft ſo weit, daſs der ganze Krater ausgefüllt zu ſeyn ſcheint, und daſs ſo z. B. der Boden einſt nur 23 Fuſs unter dem Gipfel lag, und eine Ebene bildete, aus deren Mitte ſich ein anderer kleiner Kegel, von 80 bis 90 Fuſs Höhe, mit einem neuen kleinen Krater erhob.

Breislak zweifelt, daſs die Dämpfe, die man, wenn der Berg ruht, immerfort aus dem groſsen Krater ſteigen ſieht, vom Herde des Vulkans kommen, ſondern glaubt ſie vielmehr Stoffen zuſchreiben zu müſſen, die ſich nicht weit unterhalb dieſer Oeffnung zerſetzen.

Eben ſo wenig ſtimmt er den Phyſikern bei, welche, um die ſalzſauren, ammoniakaliſchen und Kalidämpfe, die man im Krater des Veſuvs ſich häufig ſublimiren ſieht, ſich zu erklären, eine Verbindung zwiſchen dem Herde des Veſuvs und dem Meere annehmen. Vielmehr glaubt er, daſs ſich alle dieſe Stoffe im Vulkane ſelbſt erzeugen, ohne daſs das Meer etwas dazu hergiebt.

Nach einigen Bemerkungen über die Unwahrſcheinlichkeit von *Waſſerſtrömen*, die, wie man behaupten wollte, ſich aus dem Krater ſollen ergoſſen haben, beſchreibt er die verſchiedenen *Lavaſtröme*, welche man am Abhange des Veſuvs findet, mit aller der Genauigkeit, die unentbehrlich iſt, wenn

wir in der Theorie der Vulkane weiter kommen ſollen.

Am Fuſse des Veſuvs, nach der Süd-Seite zu, bemerkt man nicht ganz 1 ital. Meile vom Lande, unweit des Dorfs Pietra Bianca, im Grunde des Meeres eine *Quelle von Steinöhl.* Wenn Tropfen des Steinöhls auf die Oberfläche des Meeres ſteigen, bilden ſie hier vollkommen runde, gelblich braune Flecken, 3 bis 4 Zoll im Durchmeſſer. Allmählig erweitern ſie ſich, nehmen eine unregelmäſsige Geſtalt an, und gerinnen, da ſie denn bleifarben und etwas changirend werden. Es riecht ſehr ſtark, und bis auf groſse Entfernungen in der Richtung des Windes.

* * *

Bis hierher der Auszug aus einem klaſſiſchen Werke, das bis jetzt in Deutſchland noch ſo gut als unbekannt iſt. Herr v. Buch entwarf ihn, während er in Paris war, auf Bitte Delamétherie's, ohne ihn damahls mit aller Vollſtändigkeit vollenden zu können, wofür indeſs manches aus dem nächſten Auſſatze, welches dem hier Geſagten zum Commentar dienen kann, entſchädigen wird. Das Folgende iſt wahrſcheinlich von Delamétherie hinzugefügt worden.

„Eine Steinöhlquelle am Veſuv könnte zur Erklärung dieſes Vulkans gar wohl benutzt werden. Bringt man damit die übrigen Steinöhlquellen in der Nachbarſchaft der Apenninen, und die Steinkohlen

von Benevent und Gifone in Verbindung, so könnte man sich unter dem Vesuv ein ungeheures, doch durchschnittnes Lager von Bitumen denken, welches durch elektrische Entladungen oder andere unbekannte Ursachen entzündet wird. Die Explosion dauert, bis das Reservoir, welches entzündet wurde, ausgebrannt ist, und erneuert sich, so oft sich ein neues Reservoir im Bitumenlager entzündet. Eine Erklärung, die vielleicht weitläuftiger ausgeführt zu werden verdient."

VI.

PHYSIKALISCHE MERKWÜRDIGKEITEN
bei dem letzten Ausbruche des Vesuvs,
den 15ten Juni 1794;

gesammelt
von

Sir Will. Hamilton,
engl. Gesandten zu Neapel. *)

Grosse Ausbrüche von Vulkanen geben fast alle dieselben Erscheinungen. In des D. Serao's treff-

*) Ausgezogen aus Hamilton's umständlichem Berichte an die Londoner Societät der Wissenschaften vom 15ten August 1795, in den *Philos. Transact. for* 1795, p. 73 — 116, den 7 prachtvolle Kupfer erläutern. So viel ich weiss, ist dieser, für die Physik in mehr als Einer Rücksicht sehr interessante Aufsatz, noch nicht ins Deutsche übertragen. Ich darf hoffen, dass man ihn hier ins Kurze zusammengezogen um so lieber sehen werde, da eines Theils die Physik der Vulkane jetzt aufs neue in Anregung zu kommen scheint, andern Theils das Wichtigste aus der reichhaltigen, gleichfalls unübersetzten, und von Hamilton nicht genutzten *Memoria sull' Eruzione del Vesuvio accaduta la sera de 15. Giugno 1794. di Scipione Breislak,* (Prof. der Mineralogie am Artilleriekorps,) *e d'Antonio Winspeare,* (Ingenieur-Oberst,) *Napoli* 1794, 87 S., oct., von mir in den Anmerkungen beigefügt ist.
d. H.

licher Beſchreibung vom Ausbruche des Veſuvs im Jahre 1737 *) ſind die neulich bemerkten Phänomene ſchon meiſterhaft beſchrieben, auch ganz gut erklärt, und die Berichte von der Eruption, welche Herculaneum und Pompeji zerſtörte, ſo wie, (abgeſehen von manchen Kindereien,) der Eruption von 1631, könnten für Erzählungen vom letzten Ausbruche gelten, wenn man das Datum ändert und bloſs den Umſtand übergeht, daſs die See dieſes Mahl nicht, wie bei jenen beiden mächtigern Ausbrüchen, von der Küſte zurückwich. Nächſt ihnen ſcheint der neueſte Ausbruch der heftigſte zu ſeyn, den wir kennen; die von 1767 und 1779 übertraf er unendlich.

Mehrere Ereigniſſe kurz vor dem Ausbruche verkündigten eine heftige Eruption, und es war vorher zu ſehen, daſs der Krater während derſelben zuſammenſtürzen würde. Eine groſse Menge von Schlacken und Aſche, die ſeit zwei Jahren von Zeit zu Zeit ausgeworfen war, hatte den Krater beträchtlich verengert, ja faſt ausgefüllt, auch den Vulkan etwas erhöht, und im Auguſt 1779 war mit einem Mahle eine gewaltige Maſſe von flüſſiger Lava, vielleicht der ganze Vorrath im Innern des Vulkans, aus dem Krater hinausgeworfen worden, und gröſsten

*) *Iſtoria dell' Incendio del Veſuvio del 1737 da* Francesco *Serao.* Serao ſelbſt hat dieſes Werk ins Lateiniſche und Perron de Caſtera ins Franzöſiſche überſetzt. *d. H.*

Theils auf den Kegel des Bergs zurückgefallen.*) Hier erkaltete ſie und gab nun den Wänden dieſes gewaltigen Schornſteins, wenn ich ihn ſo nennen darf, ſo viel Stärke und Zuſammenhalt, daſs ſich während der letztern Jahre nicht Lava genug entladen konnte. Die Gährung im Innern offenbarte ſich dann und wann durch unterirdiſche Getöſe und Auswürfe von Schlacken und Aſche, aber nur die Lava, welche über den Krater überkochte, kam während der letztern Jahre zum Ausfluſſe, und rann in ſchwachen Strömen nach verſchiedenen Richtungen den Berg, vom Gipfel an, herab, ohne doch den bebauten Theil zu erreichen.

Die letzten 7 Monate vor dem Ausbruche war der Berg auffallend ruhig. Selbſt der gewöhnliche *Rauch* aus dem Krater fehlte, nur ſtiegen zu Zeiten kleine Rauchwolken hervor, die in der Geſtalt kleiner Bäume in der Luft ſchwebten. Vom Januar bis zum Mai war die *Witterung* ruhig und trocken; im Mai, wo ein kleiner Regen fiel, ganz ungewöhnlich ſchwühl, und der Herzog *della Torre* bemerkte an ſeinem Electrometer, daſs die Luft einige Tage vor dem Ausbruche übermäſsig mit Electricität

*) Hamilton's intereſſante Beſchreibung dieſes Auswurfs findet man, aus den *Philoſ. Transact. for* 1780 ausgezogen, in Lichtenberg's *Magazin für das Neueſte aus der Phyſik*, Band 1, Heft 1, S. 114. d. H.

ität beladen war, und so mehrere Tage lang wäh-
end der Eruption blieb. *).

Von *Torre del Greco* aus gesehen, zeigte sich
wenige Tage vor dem Ausbruche, der Berg etwa $\frac{1}{4}$
taliänische Meile **) unterhalb des Kraters mit ei-
nem dicken Dunste umgeben, und Sonne und Mond
waren oft ungewöhnlich roth. Ein Mann und zwei
Knaben, die acht Tage vor dem Ausbruche in ei-
nem Weinberge, gerade an der Stelle waren, wo
iner der neuen Krater entstand, aus dem sich vor-
nehmlich die Lava auf jene Stadt ergoss, geriethen
durch einen plötzlichen Rauchstoss in Schrecken,

*) Die Bemerkungen des Herzogs della Torre finden sich in seinen: *Zwei Briefen über den Ausbruch am 15ten Jun.* 1799, (60 S., q.,) die mit zwei andern (unbedeutenden) Berichten über diese Eruption, Dresden 1795, 4., ins Deutsche übersetzt sind. Sein Luft-Electrometer, das zu Neapel vor einem Fenster nach Norden hing, zeigte am 12ten Juni viel positive Electricität; am 17ten, ungeachtet der vielen vulkanischen Blitze, gar keine Electricität. Eben so am 20sten vor und nach dem Regen, während des Regens aber positive Electricität. Auch am 22sten, 28sten u. f. war der Regen positiv electrisch. *d. H.*

**) Im Folgenden sind stets italiänische Meilen zu verstehen, deren 60 auf den Grad des Aequators gehn, jede also nur $\frac{1}{4}$ deutsche Meile beträgt. Der neapol. Palmo ist 116,9 pariser Linien lang, hat 12 Zoll, und 7000 Palmi sind ein Miglio, gleich 5687 par. Fuss. *d. H.*

der mit einer ſchwachen Exploſion dicht neben ihnen zur Erde herausdrang. In den Brunnen und Quellen von Torre del Greco nahm einige Tage vor dem Ausbruche das Waſſer ſo ab, daſs die Kornmühle am groſsen Quell nur eben noch ging, und daſs man die Stricke in den Brunnen täglich verlängern muſste, um bis zum Waſſer hinunter zu kommen; manche Brunnen trockneten ſelbſt ganz aus; und den 12ten Juni Morgens hörte man zu *Reſina*, (das gerade über dem verſchütteten *Herculaneum* ſteht,) nach einem ſtarken Regen ein unterirdiſches Rumpeln, wovon man in Neapel nichts wahrnahm. Dieſes alles waren offenbare Zeichen eines ſehr nahen Ausbruchs, deſſen Gewalt vornehmlich nach dieſem weſtlichen Theile des Bergs gerichtet ſeyn würde.

Den 12ten Juni um 11 Uhr Abends fühlte man in Neapel einen heftigen *Erdſtoſs*, deſſen wellenartige Bewegung offenbar von Oſt nach Weſt ging, und mir faſt eine halbe Minute lang anzuhalten ſchien.*) Der Himmel, der vorher ganz hell war, umzog ſich gleich darauf mit ſchwarzen Wolken. Die Bewohner der zahlreichen Städte und Dörfer am Fuſse des Veſuvs fühlten dieſes Erdbeben weit ſtärker, und es ſchien ihnen zuerſt vom Grunde aufwärts zu gehn, worauf erſt das Wellen von Oſt nach

*) Nach dem Herzog della Torre fing das Erdbeben mit einem, nicht von allen bemerkten, Stoſse an, und dauerte 7 Sekunden; das Erdbeben am 15ten Juni nur 3 Sekunden. *d. H.*

West folgte. Es erstreckte sich über ganz Campanien, (die 18 Fuss dicken Mauern des prachtvollen Pallasts zu Caserta, 15 Meilen von Neapel, wurden so erschüttert, dass alle Klingeln in den Stuben tönten, und dass man für das Gebäude fürchtete,) und wurde im 30 Meilen entlegenen *Benevent* und in dem noch viel entferntern *Ariano* in Apulien, die beide oft von Erdbeben heimgesucht werden, bemerkt.

Sonntags, den 15ten Juni, bald nach 10 Uhr Abends, fühlte man in Neapel einen zweiten minder heftigen und nicht so lange dauernden Erdstoss, *) und in demselben Augenblicke stieg ungefähr in der Hälfte der Höhe des conischen Gipfels des Vesuvs, unter einem lauten Knalle, eine *Feuer - Fontaine* mit dickem Rauche hervor, die sich zu einer beträchtlichen Höhe erhob. Gleich darauf eine zweite, etwas tiefer, und zugleich sah man einen Feuerstrom, der von diesen Oertern auf den steilen Gipfel des Vulkans hinauf zu fliessen schien, wahrscheinlich verdeckt geflossne Lava, die nur sichtbar wurde. Neue Feuer - Fontainen folgten schnell auf einander, immer eine tiefer herab als die andere, alle in einer geraden Linie von $1\frac{1}{2}$

*) Schon seit 9 Uhr hatte man, nach Breislak's Berichte, in den Orten zunächst am Vesuv Erdstösse gefühlt, die an Stärke zunahmen, bis um 10 Uhr der stärkste Stoss erfolgte, den man rings um Neapel bemerkte, und mit welchem die alte Lava am westlichen Fusse des Konus riss. *d. H.*

ital. Meilen Länge, nach den Städten Resina und Torre del Greco zu. Ich konnte ihrer 15 zählen; mehrere verdeckte wahrscheinlich der Rauch. Da sie so genau in gerader Linie lagen, so entsprangen sie wahrscheinlich aus einem Risse in den Seiten des Bergs, an dessen weitesten Stellen die Lava und andere vulkanische Produkte hinaus getrieben wurden, und die kleinen Berge und Krater bildeten, von denen wir weiter unten reden werden. *)

*) Der Pater Piaggi, der auf Hamilton's Betrieb seit 1779 ein sehr genaues Tagebuch über den Vesuv hält, und zu *Resina*, (einem Anbau, der mit *Portici* Einen Ort ausmacht, und sich von der Kirche St. Maria Apuliana nach der See, Portici dagegen nach Neapel zu erstreckt,) nur 1½ ital. Meilen vom Vesuv wohnt, und wegen seiner grössern Nähe manche Umstände bei dem Ausbruche genauer als die Einwohner von Neapel wahrnehmen konnte, entwarf die Erscheinungen in eine Zeichnung, welche das 5te Kupfer zu Hamilton's Aufsatz ist. Er musste es indess halb vollendet verlassen, und seine Freunde retteten den 80jährigen Mann 1 Stunde nach dem Ausbruche, nur mit Lebensgefahr, durch einen Regen von schweren Kohlen und schwefliger Asche, und er konnte erst nach vielen Tagen wieder zurückkehren. Seine Zeichnung giebt am untern Theile des Kegels, wo die erste Feuer-Fontaine sich öffnete, lange Risse, quer vor dem Berge an; ferner eine ausnehmend helle Flamme in Gestalt einer Cypresse, welche den Berg an Höhe zu übertreffen scheint, und drei Feuerströme, welche aus Mündungen, die Rauch und Steine aus-

Keine Beſchreibung kann dieſes Schauſpiel und das *entſetzliche Getöſe* dabei ſchildern. Der lauteſte Donner war mit unaufhörlichem Knallen, wie aus einer zahlreichen ſchweren Artillerie, und mit einem hohlen, murmelnden Gebrülle, wie das der See während eines heftigen Sturms, gemiſcht, wozu ſich ein Blaſen, als wenn ein groſser Schwarm Racketen aufflöge, dem der ungeheuren Blaſebälge in der Eiſenhütte zu Carron in Schottland vollkommen ähnlich, geſellte.

Die ungeheuren, aus den neuen Mündungen bis zu einer unglaublichen Höhe empor geſchleuderten *Steine* und Schlacken, (einer, den der Abbé Tatta nachmahls maſs, hatte 35 Fuſs im Umfange und 10

ſpeien, ſich ſeitwärts auf Reſina zu, ergoſſen, doch durch einen ſanften Hang abgelenkt wurden. Die neuen Mündungen, zwölf und mehrere an der Zahl, liegen auch hier alle in gerader Linie nach Torre del Greco hinab, wohin die Lava, wie er ſagt, mit unglaublicher Geſchwindigkeit ſtrömte. Weit von ihr entfernte Bäume und Weingärten, loderten durch die Hitze, welche ſie ringsum verbreitete, mit hellen Flammen auf. Die, ſeiner Beſchreibung nach, mit Steinchen, rauhem Sande und Meerwaſſer vermiſchten Rauchwolken, löſten ſich in der Höhe in Regen auf.

Nach Breislak's Berichte wurde aus den Mündungen eine ſolche Menge glühender Steine ausgeworfen, daſs es ſchien, als dringe ein Flammenſtrom aus dem Berge. Offenbar, ſagt er, waren ſie nichts anderes als durchglühte Stücke der alten

Fuſs Höhe,) trugen wahrſcheinlich durch ihr Herabfallen vieles dazu bei, Erde und Luft ſo zu erſchüttern, daſs alle Häuſer in Neapel mehrere Stunden lang in unaufhörlichem Zittern blieben, ſo daſs Thüren und Fenſter in einem fort ſchütterten und klirrten und die Klingeln tönten. Es war ein furchtbarer Augenblick! Der Vollmond und die Sterne, die hell am Himmel ſtanden, wurden allmählig verdunkelt, erſterer wie in einer Mondfinſterniſs, und verſchwanden bald ganz.

Da es mir ſchien, die Lava habe ſich noch nicht gehörig Luft gemacht, und die im Innern des Vulkans verſchloſſene Luft und Dämpfe, welche das vorige Erdbeben bewirkt hatten, ſeyn wahrſcheinlich aus keiner groſsen Tiefe gekommen, (welches die

durchbrochenen Lava, welche die Gewalt des hervordringenden Gas in die Höhe ſchleuderte.

Aus einigen Mündungen ſchienen weiche Maſſen, die ſich in der Luft verlängerten, hervor zu kommen, ſo daſs man ſie für Theile der flieſsenden Lava hätte halten ſollen. Dann und wann fuhren, an verſchiedenen Stellen des Lavaſtroms, leuchtende Blitze in die Höhe, von Strahlen brennbarer Luft erzeugt, die durch die geſchmolzene Maſſe, eben ſo wie Gasarten durch eine Flüſſigkeit anſtiegen; will man ſie anders nicht brennbaren Stoffen in der Lava zuſchreiben. Die Geſchwindigkeit, mit der ſich der Feuerſtrom auf Torre del Greco zu ſtürzte, war zu groſs, als daſs man Zeit gehabt hätte, ihm ein künſtliches Bett zu graben, wodurch 1669 Catania gerettet wurde." *d. H.*

Ausdehnung deſſelben beſtätigt,) ſo begab ich mich, in Erwartung ſtärkerer Erdſtöſse, nach Poſilipo, welches 1 ital. Meile weiter vom Veſuv abliegt, kehrte jedoch ſchon um 2 Uhr Morgens zurück, da ich die Lava frei und in Ueberfluſs, mit groſser Geſchwindigkeit herabſtrömen ſah, und die glühenden Dämpfe, nach der Menge des ausgeſtoſsenen Rauchs und des Auswurfs zu urtheilen, an vielen Stellen der $1\frac{1}{2}$ Meilen langen Ritze hinlänglichen Ausgang fanden. *) Sey es, daſs die Eruption an

*) In *Neapel* kam in der That kein Erdbeben weiter; wären die beiden vorigen nicht glücklicher Weiſe nur von kurzer Dauer geweſen, ſo würde dieſe prachtvolle Stadt ſchon ihnen ſchwerlich widerſtanden haben. Am Fuſse des Veſuvs, ſowohl nach der Seite der See als von *Somma* zu, fühlten die Bewohner noch mehrere Tage lang, ſo lange die vulkaniſchen Ungewitter mit Blitz und Donner währten, die Erde zittern und Stöſse in der Luft. Während der 10 Tage, daſs die Exploſion in aller Stärke anhielt, ſchien das Fieber des Bergs einiger Maſsen periodiſch zu ſeyn, wie man das auch ſchon bei frühern Ausbrüchen bemerkt hatte, und war im Ganzen genommen am ſtärkſten bei Tages Anbruch, um Mittag und um Mitternacht.

Hamilton.

„Während des Ausbruchs", ſagt **Breislak**, „lieſsen ſich drei auf einander folgende Abwechſelungen bemerken. Im Anfange war ein beſtändiges Zittern der Erde, von einem hohlen Getöſe begleitet, dem eines Stromes ähnlich, der ſich in eine unterirdiſche Höhle ſtürzt. Die ununterbro-

Stärke zunahm, oder daſs die vulkaniſchen Exploſionen von den benachbarten Bergen wiederhallt wurden: das Getöſe ſchien mir in Poſilipo lauter und furchtbarer als in Neapel zu ſeyn.

Dieſe ganze Zeit über nahm man keine Spur von Feuer oder Rauch aus dem Krater im Gipfel des Veſuvs wahr. Dagegen ſtieſsen die vielen neuen Mündungen unaufhörlich einen dunkeln ſchwarzen Rauch und Aſche hervor, welche eine ungeheure, dichte *Wolkenmaſſe* über den ganzen Berg bildeten. Dieſe fing allmählig an, Zeichen einer *electriſchen Ladung* zu geben, indem ſich in ihr die Art von Bli-

chen und gewaltſam aus den Mündungen hervorbrechende Lava ſetzte nämlich, indem ſie gegen die Wände der Mündungen ſtieſs und drückte, den Berg in ein beſtändiges Zittern, und die Luft in eine heftige Vibration. Mitten in der Nacht hörte dieſe oſcillirende Bewegung auf, und nun bemerkte man auf einander folgende, doch deutlich unterſchiedene Stöſse. Nachdem nämlich die flüſſige Maſſe im Berge vermindert war, drückte ſie nicht mehr ſo heftig gegen die Wände der Mündungen, und drang nicht in einem ununterbrochenen Strahl, ſondern ſtoſsweiſe hervor, ſo wie die innere Gährung des Bergs ſie periodenweiſe bis zu den Mündungen hinauſtrieb. Gegen 4 Uhr wurden dieſe Stöſse mehr unterbrochen, und dadurch die Stärke und Dauer der einzelnen wahrnehmbarer; ich kann das Getöſe derſelben mit nichts beſſer, als mit dem Donner bei manchen Gewittern vergleichen, der vom heftigſten Krachen an, ſich durch eine Reihe ſchwächerer Töne allmählig verliert." *d. H.*

tzen im Zickzacke zeigten, die man am Vesuv *Ferilli* nennt, und welche nur die allerheftigsten Ausbrüche begleiten. Das sicherste Urtheil über die Stärke der Gährung im Innern des Vulkans, während einer Eruption, läſst sich, (aus Allem, was ich gesehn und gelesen habe, zu schliessen,) erstens aus der Gestalt und der Höhe der Rauchwolken fällen, welche aus den Kratern aufsteigen und meist in der Gestalt eines *Pinusbaums* *) in einer Riesenmasse

*) Ich verweise hierbei auf folgende Bemerkung meines Freundes, des Herrn Leopold von Buch: „Es ist ein Irrthum, den man in allen Uebersetzungen von vesuvischen Eruptions-Berichten wiederhohlt findet, der Rauch und die Asche aus dem Krater nehmen die Gestalt eines Tannen- oder eines Fichtenbaums an. Der Italiäner redet von einer *Forma d'un pino.* Das ist keine *Fichte* oder *Tanne,* sondern eine *Pinie;* ein Nadelbaum, der in Roms und Neapels Gegend nicht selten ist, dagegen Tannen und Fichten ganz fehlen. Er zeichnet sich dadurch vorzüglich aus, daſs sein Stamm astlos sich bis zu ansehnlicher Höhe erhebt, dann plötzlich nach allen Seiten Aeste ausschickt, die in der Höhe immer kleiner sich in eine Horizontal-Ebene vereinigen, welche zugleich die Krone des ganzen Baums ist, so daſs der Baum einem Pilze ähnlich wird. Die Zapfen sind ungeheuer groſs; der Same, den sie umschliessen, wird häufig gegessen. — Auch Plinius, der zuerst die Form der Aschen-Eruption des Vesuvs mit der eines Pinus verglich, hat diesen Baum gemeint; auf ihn allein paſst seine Beschreibung: „Longissimo veluti trunco afflata in altum qui-

darüber hängen, und zweitens aus der Menge von *Ferilli*, oder vulkanischer Electricität, womit diese Wolken geladen zu seyn scheinen. Von den vielen Ausbrüchen des Vesuvs, die ich während 30 Jahre in Neapel beobachtet habe, waren die beiden heftigen von 1767 und 1779 bis jetzt die einzigen gewesen, bei denen sich die Riesenwolke voll electrischen Feuers gezeigt hatte.

Das *electrische Feuer*, welches beim Ausbruche von 1779 innerhalb der ungeheuren schwarzen Wolke, die über dem Krater des Vesuvs hing, bestän-

busdam ramis diffunditur. Credo quia recenti spiritu evecta, dein senescente eo destituta, aut etiam pondere suo victa, in latitudinem vanescit." — Welche richtige Ansicht!" Die Bewohner des Vesuvs, sagt Breislak, pflegen jede Wolke, die nicht bloss aus Rauch, sondern auch aus vulkanischer Asche, Schlacken, Bimsstein, Lavastückchen, und andern dem Vulkane präexistirenden Stoffen besteht, welche die Gewalt der Explosion losreisst und in die Höhe schleudert, abgesehn von ihrer Gestalt, durch einen *Pino* zu bezeichnen; eigentlich sollte diese Benennung aber bloss auf Wolken eingeschränkt werden, die bis zu einer beträchtlichen Höhe die Gestalt eines Cylinders behalten, und sich dann nach Art des Pinus verbreiten. Diese Wolken verkündigen sehr nahe Eruptionen. Nachher beim Ausströmen der Lava verschwand die Pinus-Gestalt. Die grössern Theilchen der Wolkenmasse fielen als kleine Steinchen mit Wassertropfen vermischt in der Nachbarschaft des Vesuvs hinab, und das Uebrige blieb in der Luft schweben. *d. H.*

dig fort spielte, und nur selten ruhte, glich vollkommen dem, welches aus dem Conductor der Electrisir-Maschine über eine damit verbundene isolirte Blitzscheibe, (Glasplatte mit übergestreuten Metall-Feilspänen u. s. w.,) beständig fort in Schlangenlinien, ohne sie zu verlassen, hinläuft. Hierbei bemerkte ich nicht das geringste Getöse,*) indess

*) Diese *blitzschwangere* vulkanische *Rauch- und Aschenwolke*, die sich 1779 *am 8ten Aug.* am Ende der Eruption, nach einer kleinen Ruhe des Vulkans bildete, war noch von einer andern merkwürdigen Erscheinung begleitet, einem *durchsichtigen Feuerstrahle*, der sich um 9 Uhr Abends mit einem fürchterlichen Knalle, (welcher selbst in Neapel Fenster und Wände springen machte,) aus dem Krater senkrecht erhob, und nach und nach bis zur 3fachen Höhe des Berges anwuchs. Mit ihm stürmten schnell hinter einander schwarze Wolken von Qualm aus dem Schlunde hervor, in denen man blosses electrisches Feuer wie Blitze sich hin und her schlängeln sah. Ein sanfter Süd-Wind trieb die Dampfwolken von der Feuersäule fort, und sie sammelten sich hinter ihr in eine Art von schwarzem Vorhang, welcher mit dem ungeheuren Feuerstrahle, der sich in seiner ganzen Pracht im Meere spiegelte, und mit dem hellgestirnten Himmel, den herrlichsten Contrast machte. Die glühende Lava, Steine und Schlacken, die aus dem Krater, nach Hamilton's Schätzung, an 10000 Fuss hoch geschleudert wurden, und grossentheils wieder senkrecht auf den Krater, oder etwas nach Ottajano hinabstürzten, schienen damit nur eine grosse Feuermasse von $2\frac{1}{2}$ ital. Meilen im Umfange

bei der jetzigen Eruption, besonders am zweiten und dritten Tage, die electrischen Entladungen der

zu bilden, und verbreiteten bis auf 6 ital. Meilen umher eine unerträgliche Hitze. Das Unterholz am Somma gerieth sogleich in Brand. Die gelbliche Flamme desselben, das dunkelrothe Feuer der flüssigen Lava und die silberblauen vulkanischen Blitze der Dampfwolke, verstärkten den sonderbaren Kontrast aufs schönste. Die Ferilli entfernten sich nur selten von der ungeheuren Dampfwolke, und liefen gewöhnlich in die grosse Feuersäule des Vulkans zurück. Einigemahl sah man sie auf die Spitze des Somma zu fahren, und Gras und Sträuche entzünden. Der Glanz und Schein der bewundernswürdigen Feuersäule machten es so hell, dass man rings um den Vesuv 10 ital. Meilen weit die kleinsten Gegenstände dabei erkennen, ja in dem 12 Meilen entfernten *Sorrento* den Titel eines Buchs deutlich lesen konnte. Nachdem sie in ihrer ganzen Stärke etwa eine halbe Stunde lang gewährt hatte, hörte aller Feuerauswurf plötzlich auf, und der Vesuv blieb fernerhin ruhig.

Kleine Auswürfe glühender Schlacken, welche, wie es scheint, mehr zu den Vorbothen einer Eruption als zur Eruption selbst zu zählen sind, ungerechnet, scheint der damahlige Auswurf erst am 5ten August angefangen, also nicht ganz 4 Tage gedauert zu haben. Den 5ten gegen 2 Uhr Nachmittags fingen weisse Dämpfe an mit der grössten Heftigkeit und ununterbrochen aus dem Krater zu steigen, mit einem gewaltigen Getöse, welches das aller folgenden Tage übertraf. Die sich jagenden Dampfwolken häuften sich so zusammen, dass sie

vulkanischen Wolken, durch Explosionen, dem lautesten Donner gleich, erfolgten. Die *Gewitter*, (storms,) welche während eines Ausbruchs entstehn und offenbar durch den Vulkan erzeugt werden, stimmen auch in allem mit den gewöhnlichen Gewittern überein, indem der Blitz Alles, was auf seinem Wege liegt, trifft und zerstört. Zu *St. Jorio*, am Fusse des Vesuvs, schlug der Blitz, während eines dieser vulkanischen Gewitter, in das Haus des Marquis von Bevio ein, erschütterte einige Thüren und Fenster, beschädigte die Täfelung, und liess in dem Zimmer, durch das er fuhr, einen starken Schwefelgeruch zurück.

Ausser den Blitzen fuhren während der jetzigen Eruption und der von 1779, aus der vulkanischen

von weitem wie Ballen der weissesten Baumwolle aussahen, und endlich die Höhe und Grösse des Bergs wohl viermahl übertrafen. In der Mitte dieses weissen Rauchs wurde eine unbeschreibliche Menge von Steinen, Schlacken und Asche, wenigstens 2000 Fuss in die Höhe geschleudert, mitunter auch flüssige Lava, wie sich durch ein Ramsdensches Teleskop sehr deutlich bemerken liess, die zum Rande des Kraters hinauskochte, und sich nach der Seite des Somma hinab ergoss. In Somma und Ottajano war die Hitze unerträglich; ein feiner röthlicher Aschenregen, der lange Fäden verglaster Materie, wie gesponnenes Glas, mit herunter brachte, verfinsterte dort die Luft; ein starker Schwefeldampf erstickte Vögel in ihren Käfichten, und die Blätter der Bäume wurden mit feinen, sehr corrosiven Salzen bedeckt. *d. H.*

Riesenwolke, auch *Feuerkugeln*, einige von beträchtlicher Gröfse, *) die bei ihrem Zerplatzen in der Luft, fast dieselbe Wirkung hatten, als die sogenannten Leuchtkugeln, (*air-ballons*,) im Feuerwerke, indem die electrische Materie dabei aus ihnen in Gestalt der Schlangen ausfuhr, womit man die Leuchtkugeln gewöhnlich füllt. Am Tage, als die vulkanische Wolke der Stadt Neapel den Untergang drohte, fielen zwei kleine Feuerkugeln, die durch eine kleine Fackel, (*like a chain-shot*,) verbunden waren, dicht neben meinem Lusthause zu Posilipo nieder; sie trennten sich, die eine fiel in einen Weingarten oberhalb, die andere in das Meer so dicht neben dem Hause, dafs ich das Spritzen des Wassers hörte. Ich safs eben und schrieb, und sah deshalb diese Erscheinung selbst nicht, aber andere in meiner Gesellschaft. Der Abbé Tatta erwähnt in seiner Beschreibung dieses Ausbruchs einer ungeheuren Feuerkugel, die einst, als er gerade am Rande des Kraters stand, aus dem Krater aufflog, und in einiger Entfernung vom Berge in der Luft platzte, worauf er ein Geräusch hörte,

*) Gleich zu Anfang des Ausbruchs von 1779, am 5ten Aug. um 2 Uhr Nachmittags, sahen die Einwohner von Portici sehr deutlich eine ausserordentlich grofse Dampfkugel aus dem Krater emporsteigen, und nach dem Berge Somma fliegen, wobei sie einen langen Schweif hinter sich liefs. An diesen Berg stiefs sie und zertheilte sich. *d. H.*

als fiele eine Menge Steine oder ein starker Hagelschauer herab.

Gegen 4 Uhr Morgens am 16ten fing der *Krater des Vesuvs* an Zeichen zu geben, dafs er geöffnet sey, indem etwas schwarzer Rauch hinausstieg. Bei Tages Anbruch zeigte sich eine andere röthliche Rauchsäule etwas unterhalb des Kraters nach Ottajano zu, wo sich ein neues Mundloch geöffnet hatte, das einen ansehnlichen Lavastrom ausspie. Dieser rann mit grosser Geschwindigkeit durch ein Gehölz, welches aufloderte, ungefähr 3 ital. Meilen, in wenigen Stunden herab, hemmte sich aber, ehe er den bebauten Theil erreichte. Bald umhüllte sich nun der ganze Kegel des Vesuvs mit Wolken und Finsternifs, und so stand er mehrere Tage lang da. Obschon diese Wolken von beträchtlicher Höhe waren, so sah man doch oft neue Rauchsäulen aus dem Krater rasch noch höher ansteigen, bis die ganze Masse die gewöhnliche Gestalt eines *Pinus* angenommen hatte; und in dieser Riesenmasse düstrer Wolken, sah man häufige vulkanische Blitze, (*Ferilli*,) selbst während Tages. Das furchtbare Getöse, welches man von Zeit zu Zeit hörte, und der röthliche Teint der Wolken über dem Gipfel, bewiesen die ununterbrochne Wirksamkeit des unterirdischen Feuers während der ganzen Zeit, konnte man gleich, wegen der dunkeln Wolke, nichts auf dem Berge mehrere Tage lang wahrnehmen.

Gleich beim Anfange der Eruption ereignete sich noch ein merkwürdiger Umstand. Ein dichter *Aschen-*

regen fiel am Fuſse des Berges, auf der ganzen Strecke von Portici nach Torre del Greco hinab. Die Aſche war nicht nur ſchwarz, grob, und dem Sande an der Seeküſte ähnlich, (indeſs die, welche einige Tage ſpäter dort und in Neapel herabfiel, licht-grau und ſo fein als Spaniol oder gepulverte Borke war,) ſondern auch *feucht*, und mit groſsen *Waſſer-tropfen* untermiſcht, die, wie ich glaubhaft verſichert worden bin, ſehr ſalzig ſchmeckten. Die gepflaſterte Straſse zwiſchen beiden Städten wurde davon ſo naſs, als von einem ſtarken Regenſchauer. Die Aſche ſelbſt muſste voll Salzpartikelchen ſeyn, da ich die, welche die Sonne beſchienen hatte, als ich am 17ten Torre del Greco beſuchte, mit dem weiſseſten Pulver, das äuſserſt ſalzig und ſtechend ſchmeckte, überzogen fand. *) Scotti, Profeſſor der

*) Der Herzog della Torre, der ſchon am 16ten von Neapel aus den Lavaſtrom beſuchte, fand dieſe ſchwarze, ſandige, eiſenhaltige Aſche, die ſich von der Aſche der vorigen Ausbrüche ſehr unterſchied, in Neapel 1 Linie, in Portici 5 Linien, am Eingange des Gartens della Favorita 9 Linien, und dreiſsig Fuſs von der Lava 15 Linien hoch. Auf dem ganzen Wege zur Lava bemerkte er ein dem Donner ähnliches Getöſe, das bei der Lava ſo ſtark war, als wenn der Blitz in einer kleinen Entfernung einſchlüge, doch viel unbedeutender als das Gebrüll der vorigen Nacht; auch lieſs ſich dabei an einem Gemäuer bei der Lava, an das er ſich lehnte, keine Erderſchütterung bemerken. Die Luft

der Physik an der Universität zu Neapel, glaubt mit grosser Wahrscheinlichkeit, das Wasser, welches diese Asche begleitete, sey durch Abbrennen der brennbaren und der Lebensluft erzeugt worden.*)

Die *Lava*, mit deren Ausbruch auf der Seeseite des Vulkans die Eruption anfing, war zuerst in der Richtung nach *Resina* hinabgeströmt, wandte sich aber plötzlich nach *Torre del Greco*, vereinigte sich mit einem frischen Lavagusse aus 4 neuen Mündungen, die sich 1 ital. Meile oberhalb der Stadt in einem Weinberge seitwärts vom Hauptstrome geöffnet hatten, und floss dann, nachdem sie alle die reichen Weinberge zerstört hatte, wo auf etwa 3000 Acres der berühmte Wein Lacrima Christi wuchs, mit einer solchen Geschwindigkeit, gleich einem Strome,

Luft war hier stark positiv electrisch, so dass die Fäden des Electrometers wenige Schritt von der Lava, (die sich nun auf der Oberfläche schon verhärtete,) sehr stark divergirten. *d. H.*

*) Dass Dämpfe von Kochsalz sehr häufig aus dem Vesuv, noch nach der Eruption herausdringen, werden wir weiter unten sehn. Die Salzigkeit des herabfallenden Wassers stünde also dieser Meinung nicht im Wege; allein die grosse Kraft der Explosion bei Vulkanen scheint mehr auf erhitzte und glühende Wasserdämpfe als Haupt-Agens in dieser gewaltigen Operation hinzudeuten; das Wasser dazu giebt, nach einiger Meinung, das Meer her, und Regengüsse bringen es aus der Atmosphäre, wo die Dämpfe sich abkühlen, zur Erde zurück. *d. H.*

auf die Stadt hinab, dafs die Einwohner, (es waren ihrer 18000,) kaum Zeit genug behielten, sich zu retten, und Hab und Gut im Stiche lassen mussten. Der Hauptstrom ging gerade durch den Mittelpunkt von Torre del Greco, und verschüttete, entflammte und zerstörte den gröfsten Theil der Stadt, wobei jedoch nur 15 Einwohner ihr Leben verloren. Unterhalb der Stadt stürzte sie sich zwischen 5 und 6 Uhr Morgens in die See, und seitdem flofs sie dort nur langsam. *)

Ich besuchte den unglücklichen Ort am 17ten, Morgens, in einem Nachen. Die Lava hatte schon aufgehört zu fliessen, nur dafs manchmahl unter den rauchenden Schlacken ein Feuerbächlein hervorkam, und unter einem zischenden Geräusche und weifslichen Dämpfen sich in die See ergofs; oder dafs zu andern Zeiten eine grofse Schlackenmasse von der Oberfläche der Lava in die See hinabfiel, wobei man wahrnehmen konnte, dafs alles unter der Schlackendecke roth glühte. Noch bis auf den heutigen Tag, (den 25sten Aug.,) glüht die dickste Lava, welche die Stadt verschüttete, in ihrer Mitte. Die Lava war in einer Breite von 1204 Fufs, 626 Fufs weit in die See geflossen, hatte 12 Fufs Höhe über,

*) Nach der Angabe des Herzogs della Torre legte sie in 4 Stunden den Weg von ihren Kratern bis an das Meer, der 4 bis 5 Meilen, nach Breislak's Angabe nur halb so viel betrug, zurück. *d. H.*

und ungefähr eine gleiche Dicke unter der Seefläche, und bildete ein neues Vorgebirge. Ich bemerkte, daſs das Seewaſſer, welches ſie beſpülte, heftig kochte, und, ob ich mich gleich mit meinem Nachen wenigſtens 300 Fuſs entfernt hielt, ſo dampfte doch das Waſſer um das Boot, und war, als ich die Hand hineinſteckte, buchſtäblich genommen, brühheiſs. Zugleich wurde der Schiffer gewahr, daſs das Pech im Boden des Schiffes ſchmolz und oben auf ſchwamm, und daſs der Nacken leck wurde, weshalb wir uns ſchleunig, unweit der Lava ans Land machten. Mehrere Einwohner von Torre del Greco erzählten, das Waſſer ſey beim Hineinſtürzen der Lava, zu einer ungeheuern Höhe empor geſchleudert worden, und beſonders ſey, als zwei Arme der Lava zuſammenſtieſsen, das eingeſchloſsne Waſſer mit einem lauten Knalle und groſser Heftigkeit in die Höhe geworfen worden. *) Sowohl damahls, als noch den Tag darauf, ſoll die See mit todten Fiſchen bedeckt, und die Küſte längs des Veſuvs während des Ausbruchs 2 Meilen weit von Fiſchen verlaſſen geweſen ſeyn. Ich wäre neugierig, zu wiſſen, ob die Lava, die ſich in die See ergoſſen, ſich in ihrem Innern in prismatiſche, baſaltähnliche Säulen geſpalten habe; doch wird ſie ſich erſt in mehrern Monathen hinlänglich abgekühlt haben,

*) Sehr erklärlich durch die plötzliche Bildung auſserordentlich erhitzter Waſſerdämpfe an der Oberfläche der Lava im Grunde des Waſſers. *d. H.*

um dieſes unterſuchen zu können. *) Während meiner Fahrt fand ich auf der See weit mehr *Steinöhl* ſchwimmend als ſonſt, ſo daſs es einen ſehr ſtarken und unangenehmen Geruch verbreitete. Indeſs zeigt es ſich auch ſonſt jederzeit bei ruhiger See zwiſchen Portici und Neapel, beſonders dem Dorfe Pietra Bianca gegen über.

Das Aeuſsere der Lava bei *Torre del Greco* zeigte, (wie das aller andern,) dem Auge nichts als einen verwirrten Haufen loſer Schlacken. In mehrern Theilen von *Torre del Greco* war ſie 40 Fuſs mächtig, im Durchſchnitte aber während des ganzen Laufs nur 12 Fuſs hoch, dabei hin und wieder bis auf 1 ital. Meile breit. **) Hin und wieder ſahen aus ihr die ober-

*) „Man vermuthete um ſo mehr," ſagt Breislak, „die Lava werde ſich beim plötzlichen Abkühlen im Meere in Säulen, gleich dem Baſalte, geſpalten haben, da *NO* davon, nahe beim *Fortino di Calaſtro* ein alter Lavaſtrom groſsentheils ſolche Baſaltſäulen gebildet hat; allein die jetzige Lava hat ſich erhärtet ohne alle Abſonderung von prismatiſcher Form, welches man vielleicht der Menge von Schlacken in ihr zuſchreiben muſs." *d. H.*

**) Eine genaue Beſchreibung dieſes Lavaſtroms, ſo wie deſſen, der gleichzeitig am öſtlichen Fuſse des Conus ausbrach, giebt Breislak, aus dem ich ſie weiterhin in einer Anmerkung mittheilen werde. Als die Lava nach Torre del Greco kam, war ſie 1500 bis 2000 Palmen breit, und hatte zuvor einige tiefe Gründe ausgefüllt. Hätten ſich nicht ſchon einige Seitenarme vom Hauptſtrome getrennt, ſo

ſten Theile rings umſtrömter Gebäude hervor, die noch ſtanden; hier brannte Holzwerk mit lichter Flamme, dort drangen ſalzige und ſchweflige Dämpfe als ein weiſslicher Rauch aus der Lava hervor, und überzogen die Schlacke mit einer weiſsen oder gelblichen Rinde, und öfters flogen Stücke Schlacke und Aſche mit einer kleinen Exploſion in die Höhe, welches ich der verdünnten Luft in Kellern, oder dem Schieſspulver, zuſchrieb, wovon hier jeder Hausbeſitzer eine kleine Quantität zu haben pflegt. In dem Hauſe eines Feuerwerkers, das die Lava umgeben hatte, lag eine beträchtliche Menge Feuerwerk und Schieſspulver; aber ungeachtet der Lavaſtrom ſelbſt in ein Zimmer hineingedrungen war, ſo rettete er doch alles glücklich einige Tage nachher. Eben ſo trugen Weiber aus dem Keller eines andern Hauſes mehrere Fäſſer Schieſspulver auf den Köpfen über die Lava fort, die innerlich roth glühte. In ein Kloſter hatte die Lava 5 oder 6 Nonnen eingeſchloſſen, die noch den 16ten durch das Dach und über die Lava fort gerettet worden waren. Ihre Einfalt ging ſo weit, daſs ſie keine Gefahr argwohnten, und ſich mit Behagen an einem Stücke roth glühender Lava, das am Fenſter einer Zelle lag, wärmten, auch nur ſchwer dahin zu bringen waren, das Kloſter zu verlaſſen.*) Die Hitze in

würde von Torre del Greco kein Haus ſtehen geblieben ſeyn. *d. H.*

*) Daſs Menſchen ſchon am Tage, wo die Stadt zerſtört wurde, über die Schlacken gehn konnten, iſt

den nicht verwüſteten Straſsen der Stadt war noch ſo groſs, daſs mein Queckſilber-Thermometer auf

nicht ſo ſehr zu bewundern, als daſs Hamilton kurz vorm Ausbruche im Jahre 1779 mit ſeinem Führer quer über einen *noch laufenden* Lavaſtrom, der ſich jedoch am Fuſse des Bergs ſchon zu einer Breite von 50 Fuſs erweitert hatte, und mit Schlacken gleich mit Eiſe belaſtet, nur ſehr langſam floſs, wohlbehalten fortging. Dieſer noch flieſsende und glühende Strom war ſchon ſo zähe und ſo voll Schlacken, daſs die Laſt des Körpers keinen Eindruck darein machte, und eine ziemlich ſtarke Hitze an den Füſsen alles Ungemach war, welches Hamilton dabei empfand. — Da die Thatſachen in der nächſten Anmerkung zeigen, daſs im Innern eines 24 Fuſs hohen Lavaſtroms die Hitze nur ſo groſs war, Silber, aber nicht Kupfer zu ſchmelzen, ſo kann man hieraus mit Dolomieu, (*Journal des Mines*, No. 22, p. 54,) mit Recht ſchlieſsen, daſs die Hitze der noch glühenden Lava viel geringer, als die künſtliche Hitze in den Glas- und Schmelzöfen, und alſo von viel minderer Intenſität ſey, als man ſich bisher vorzuſtellen pflegte. Die Veränderung, welche mit den Metallen, laut der nächſten Anmerkung, im Innern der glühenden Lava vorging, beweiſet, daſs der Lava ſehr viel Schwefel beigemiſcht war, und aus dieſer Beimiſchung glaubt Dolomieu den *weichen breiartigen* Zuſtand erklären zu können, worin ſich die glühende Lava offenbar befinde, da ſie ſelbſt ſo leicht ſchmelzbare Stoffe als Hornblende, (Augite?), und Pyroxene, die man nach dem Erkalten in ihrem Innern findet, ganz und gar nicht verändert.

ſt 100° Fahrenh., und dicht an der Lava noch viel hö-
er ſtieg. Die Kathedralkirche war bis auf den Glo-

Da auf die Frage, welche hier in Anregung kömmt, eine intereſſante Abhandlung im nächſten Bande der Annalen die Antwort enthalten wird, und aus den ganz neuen darin mitgetheilten Verſuchen ſich allein genügend über den Grad der Hitze fließender Lava urtheilen läſst: ſo werde ich hier bloſs bemerken: 1. daſs das Rothglühen der Lava kein gewiſſes Zeichen einer auſserordentlichen Hitze iſt, da vielleicht ein gewiſſer Grad von Phosphorescenz, ſo wie man ihn an der vulkaniſchen Aſche bemerkt, dabei mit ins Spiel kommen könnte; 2. daſs die weit herabgefloſſene Lava, wo auch nicht in ihrem Innern, doch an der Oberfläche, ſchon beträchtlich erkaltet, und im Erſtarren ſeyn könne, ohne daſs dieſes da, wo ſie zum Berge herausdringt, auch der Fall ſeyn müſſe; 3. daſs die *Augite* und *Pyroxene* doch in der Lava vielleicht nicht präexiſtirt, ſondern ſich erſt in ihr durch Kryſtalliſation gebildet haben; und 4. daſs der ſonderbare Umſtand, wie glühende Lava, die doch in jedem Falle die Schmelzhitze des Silbers hatte, Schieſspulver in Kellern, die ſie hoch umgab, nicht entzündete, und Menſchen in Zimmern, bis zu denen ſie hinaufreichte, nicht vor Hitze tödtete, hauptſächlich der Eigenſchaft der ruhenden Luft, vermöge der Graf Rumford ſie als einen Nichtleiter der Wärme anſieht, zuzuſchreiben ſeyn möchte.

Die Lava hat, nach Bergmann's Angabe, groſse Aehnlichkeit mit eiſenhaltigen Schlacken und iſt, nach Verſchiedenheit der Materie, des Feuergrades, der ſie dünner oder dicker rinnen macht,

ckenthurm zerſtört worden; die Glocken auf ihm waren weder geſprungen noch geſchmolzen, und

und anderer Umſtände beim Auswerfen und Abkühlen, von ſehr verſchiedener Beſchaffenheit. Gewöhnlich iſt ſie ſchwärzlich-grau oder dunkel und bräunlich-ſchwarz, oft braun und gelblich, ſelten weiſs, kömmt mehrentheils groſs- und kleinblaſig, ſelten durchlöchert vor, und iſt oft ſo ſtark magnetiſch, daſs ſie auf die Magnetnadel wirkt. Ihr glaſiges Anſehn, äuſserlich und auf dem Bruche, ihre Leichtigkeit, und daſs ſie beträchtlich mürbe und ſpröde iſt, charakteriſiren ſie vorzüglich. Die zu unterſt gefloſſene pflegt die dichteſte, die am Tage liegende ſehr blaſig, ſtehendem Schaume ähnlich zu ſeyn, ſo daſs manche Mineralogen zwei Arten von Lava im Syſteme aufführen: *löcherige*, (Hamilton's Schlacke,) welche auf den Lavaſtrömen oben auf liegt, zuerſt erhärtet, darin gleich Schollen ſchwimmt, und die andere, wie Schlacken das Metall, bedeckt; und *dichte*, die gewöhnlich eine ſchöne Politur annimmt und in ganzen Bänken vorkommen ſoll. Mehr von der oryktognoſtiſchen Beſchaffenheit der Laven dieſes Ausbruchs, findet man weiter unten, in einer aus Breislak entlehnten Anmerkung. Die Laven des Veſuvs, welche Bergmann chemiſch unterſuchte, enthielten 0,35 Theile Thonerde, 0,49 Theile Kieſelerde, 0,12 Theile Eiſen, 0,04 Kalkerde und etwas Kupfer.

Hamilton, der ſich 1779 bis an die Quelle eines der Lavaſtröme wagte, die vor dem Ausbruche faſt beſtändig und ziemlich ſtark in einer Art regelmäſsiger 2 bis 5 Fuſs breiter Kanäle den ſtei-

doch hatten ſie ihren Ton gerade ſo, als von einem Riſſe verloren, welches ich den ſcharfen und vitriolischen Dämpfen zuſchreibe. — Ungeachtet die Lage von Torre del Greco die gefährlichſte am Veſuv iſt, die Stadt ſchon einmahl, 1631, völlig zerſtört wurde, und ein furchtbarer Lavaſtrom ſchon 1737 dicht vor einem der Thore vorbeiſtrömte; ſo wollten doch die Einwohner ſich nirgends anders anſiedeln, und baueten ſchon auf der noch rauchenden Lava. *)

len Berg hinabfloſſen, (denſelben, über den er weiter hinabwärts, fortging,) ſah ſie hier glühend, mit einem Ziſchen und Krachen wie bei Feuerwerken, unter einem glühenden Lavabogen gewaltſam herausdringen, und in einem ganz regelmäſsigen 8 bis 10 Fuſs hohen, einer alten Waſſerleitung ähnlichen Kanale herabflieſsen. Hin und wieder fand er an den Seitenwänden die ſchönſten weiſsen aſtförmigen Salze angeſchoſſen, die wie Tropfſteine hinunterhingen. *d. H.*

*) Eine Nachricht von merkwürdigen Veränderungen an verſchütteten Sachen, welche man bei dieſen Bauten aus der Lava wieder ausgrub, aus der Sammlung des Pat. Antonio del Petrizzi, giebt der engliſche Mineraloge Will. Thompſon, der ſich damahls in Neapel aufhielt, in einem Werkchen: *Notices of an engliſh traveller etc. Naples* 1795. 8., wovon nur wenige Abdrücke abgezogen wurden, und woraus man Auszüge in der *Bibliotheque Britannique*, No. 2, und in des Herrn von Crell's *chemiſchen Annalen*, J. 1796, B. 1, S. 108 und 483, findet. „*Flachs*, *Leinwand*, *Brod*, *Fiſche*, *Wolle* und ähnliche Stoffe fand man in der Lava verkohlt;

Am 17ten fiel zu Neapel den ganzen Tag lang die feine, vorhin erwähnte *Asche*, welche den Ve-

Wein in kryſtalliſirtes ſchwefelſaures Kali, das alle Spuren der Schmelzung an ſich trug; *Glas* in Reaumüriſches Porcellain mitunter glänzend, ſelbſt kryſtalliſirt, verwandelt, und *Marmor* auf eine ſonderbare und merkwürdige Art, (die nicht angegeben wird,) verändert. *Stahl* am Hahne einer Flinte war ganz aufgetrieben und grobkörnig, und das *geſchmiedete Eiſen* eines Fenſtergitters um das 2- oder 3fache ausgedehnt, und dabei in ſprödes Eiſen verwandelt worden. Theils war es inwendig in Oktaedren, welche die Magnetnadel anzogen, kryſtalliſirt, theils ſchien es in ſeiner ganzen Maſſe verändert, äuſserlich ſpröde und blättrig nach Art mehrerer Eiſenerze, innerlich in groſse ſilberweiſse Blätter oder Körner von reinem, doch ſprödem Eiſen verwandelt zu ſeyn. An einigen Stangen nahm man drei verſchiedene Veränderungen bis zum Mittelpunkte hin wahr, die durch kleine Höhlungen getrennt waren, und in der Mitte blaſſe ſechsſeitige Platten und ſcharlachfarbne Roſen von ſpäthigem Eiſen, welche ſich mehr oder weniger dem Eiſenvitriol nähern, und daher in den Kabinetten ſehr bald verderben. *Goldmünzen* hatten der Glut widerſtanden, auch einige *Kupfermünzen*; *Silbermünzen* aber waren geſchmolzen und hatten dadurch Kupfermünzen zuſammen gebacken. Das geſchmolzne *Blei* war bald in Silberglätte, bald in Mennige erhärtet. Ein *Meſſingleuchter* war von auſsen mit durchſichtigen kaffeebraunen Blendekryſtallen, und achtſeitigen Kryſtallen von hell- und dunkelrothem Kupfer überzogen, und ſehr zer-

völlig verfinsterte, wobei man öfters laute Ex-

brechlich geworden; auf dem Bruche glich er völlig einer Eisenschlacke, in den Höhlungen desselben war er aber gleichfalls krystallisirt, sehr glänzend, oftmahls strahlig, und enthielt schöne Würfel von rothem Kupfer, von so lebhafter Farbe, wie die schönsten sibirischen. Die *Glocken* einer Kirche, welche die Lava rings umgeben hatte, waren erweicht, zusammengefaltet, und auf der ganzen innern und äussern Oberfläche mit einer 2 bis 3 Linien dicken metallischen, blättrigen Rinde bedeckt, auf der sich überall Krystallisationen zeigten, einige sogar 6 Linien weit aus der Rinde hervorragten. Auf der innern Fläche der Rinde, da, wo sie an das Metall der Glocken anlag, bemerkte man mit dem Mikroskope viel kleine Krystalle, die Blendekrystalle zu seyn schienen."

Seitdem dieses geschrieben ist, habe ich das Vergnügen gehabt, einige der interessantesten dieser Stücke in der lehrreichen Mineralien-Sammlung des Hrn. Prof. Klaproth in Berlin selbst zu sehn, welche, wenn sie auch minder vollständig und ausgesucht wäre, schon dadurch einzig in ihrer Art seyn würde, dass sie Doubletten von den Exemplaren enthält, die dieser treffliche und gefällige Chemiker seiner Analyse unterworfen, und an denen er seine wichtigen chemisch-mineralogischen Entdeckungen gemacht hat. (Eine Abhandlung, welche er über diese zu *Torre del Greco* aus der Lava ausgegrabnen Sachen in der Berliner Akademie der Wissenschaften vorgelesen hat, ist, so viel ich weiss, noch nicht im Drucke erschienen.) *d. H.*

plosionen hörte. *) Mitunter verjagte der Seewind, wenn er stärker wurde, den Aschenregen, und trieb ihn über verschiedene Theile von Campanien. Am 18ten trieb der Wind selbst eine kurze Zeit lang das dicke Gewölk vom Gipfel des Bergs fort, und nun sah man, dass ein grosser Theil des Kraters, besonders nach der Westseite zu, eingestürzt war, welches wahrscheinlich um 4 Uhr Morgens geschehn seyn mochte, als die Oerter am Fusse des Vulkans einen heftigen Erdstoss fühlten. Zu *Resina* war er so heftig, dass er mehrere Leute zu Boden warf, dass die Einwohner sich 2 Tage lang nicht wieder in ihre Häuser getrauten, und dass die Steine im Pflaster lose und in Unordnung gebracht wurden.

Die Rauchwolken, mit jener feinen Asche vermischt, waren so dicht, dass sie nur mit der gröfsten Mühe durch den ausnehmend erweiterten Schlund des Vesuvs, der nun wenigstens 2 ital. Meilen im Umfange haben mochte, den Ausweg zu erlangen

*) Ein brittischer Kaufmann, der am dritten Tage der Eruption, am 17ten Juni, in einem Boote unweit Torre del Greco war, wo diese Asche dicht herabfiel, versicherte mir, sie habe im Dunkeln phosphorescirt, so dass sein und des Bootsmanns Huth, und ein Theil der Segel, die mit Asche bedeckt waren, matt leuchteten. Andere wollten auch am Vesuv nach dem Ausbruche ein phosphorisches Licht bemerkt haben, welches ich dahin gestellt seyn lasse. *Hamilton.*

chienen. Eine Wolke thürmte ſich über die andere, und ſie folgten ſo ſchnell auf einander, daſs in wenigen Stunden eine *ungeheure Säule* von der dunkelſten Farbe über den Berg hing, die ſich bald anfangs über Neapel weg bog, und dieſer Stadt den Untergang zu drohen ſchien, da ſie dem Anſcheine nach viel zu ſchwer und maſſiv war, um ſich lange in der Luft ſchwebend zu erhalten. Sie war überdies voll vulkaniſcher Blitze, (*Ferilli*,) welche vollkommen der Beſchreibung des jüngern Plinius entſprachen: *fulgoribus illae et ſimiles et majores erant.* *) Mag es gleich den gewöhnlichen Vorſtel-

*) Der Herzog della Torre beſchreibt dieſe electriſchen Erſcheinungen folgendermaſsen: „Am 19ten fing, in der 12ten neapolit. Stunde, die Atmoſphäre um den Berg an ſo electriſch zu werden, daſs man aus dem Krater, des Sonnenſcheins ungeachtet, Blitze herausfahren ſah. So wie die Leydner Flaſche ſich durch Leiter entladet, theilte ſich hier das electriſche Feuer, das aus dem Berge kam, den Wolken als Ableitern mit, und ein in der Electricität geübtes Auge konnte deutlich das Feuer von einer Wolke in die andere, bis es ſich in die Erde verlor, übergehn, und das überflüſſige in den Berg ſelbſt zurückfallen ſehn. (?) Das Ausſtrömen deſſelben aus dem Innern des Vulkans, war um ſo deutlicher zu bemerken, da zwiſchen den Blitzen und Donnerſchlägen eine Zeit von 40 Sekunden verging. Dieſe Erſcheinungen hielten die ganze Nacht hindurch an. Die vergangnen Tage und noch jetzt bemerkte man an verſchiedenen Orten Neapels einen Schwefel-

lungen von der Ausdehnung unſrer Atmoſphäre widerſprechen, ſo war dieſe *Wolkenmaſſe* doch zuverläſſig mehrere italiäniſche Meilen hoch, und der Veſuv, der damahls ganz mit der feinen hellgrauen Aſche, (der auf den alten Laven ähnlich,) bedeckt war, hatte im Vergleiche mit derſelben völlig das Anſehn eines Maulwurfshaufens; und doch hat er bekanntlich 3600 Fuſs ſenkrechter Höhe über der Meeresfläche. Der Profeſſor Scotti, ſagt man, habe von Neapel aus, die ſcheinbare Höhe dieſer drohenden Rauch- und Aſchenwolke 30° gefunden, (wie, erwähnt er nicht;) der Abbé Braccini behauptet gar in ſeiner Beſchreibung des heftigen Ausbruchs von 1631, aus Meſſung einer ähnlichen Rauch- und Aſchenſäule mittelſt eines Quadranten ihre Höhe über 30 Meilen gefunden zu haben. Alles, was ich ſagen kann, iſt, daſs die Höhe der Säule über dem Gipfel mir eben ſo groſs ſchien, als die Entfernung der Inſel Caprea von Neapel, welche 25 Meilen beträgt.*) Als die Säule am höchſten war, lieſs ich

geruch, abwechſelnd mit einem Erdpechgeruche, der in dieſer Nacht vorzüglich ſtark war, und deſſen auch ſchon Serao, als eines mit keinem andern vergleichbaren widrigen Geruchs, erwähnt." *d. H.*

*) Aus dieſer Vergleichung würde doch nur der Geſichtswinkel der Rauchſäule beſtimmt, und aus dieſem die Höhe zu berechnen ſeyn. Nach Hamilton's Karte vom Veſuv, (deren Nachſrich auf Taf. VIII den Freunden der Geologie gewiſs

ſie zeichnen, und die Zeichnung gerieth ſehr wohl.*) Man ſieht aus ihr, daſs die Säule keine ſo ſchöne und leichte Form hatte, als ein dünner trockner Rauch anzunehmen pflegt, ſondern aus lauter kleinen harſchen und ſteifen Locken beſtand, woraus ich ſchloſs, daſs ſie nicht bloſs mit feiner Aſche, ſondern auch mit vieler Feuchtigkeit ſchwanger ſey. Gerade von ſolcher feinen und naſſen Aſche wurden *Herculaneum* und *Pompeji* im J. 79 verſchüttet. **)

ſehr willkommen ſeyn wird,) iſt der Krater des Veſuvs von Neapel in horizontaler Ebene etwa 8 ital. Meilen weit entfernt. Iſt folglich Scotti's Angabe ſo zu verſtehn, daſs die Geſichtslinien vom Fuſse des Veſuvs und dem höchſten Theile der Rauchſäule in Neapel einen Winkel von 30° mit einander machten, ſo hätte der Veſuv und die Säule nicht ganz 5, die Säule allein alſo etwas über 4 ital. Meilen betragen. *d. H.*

*) Hamilton theilt ſie auf einer Folioplatte mit, die ſich nicht, ohne allzuviel zu verlieren, verkleinern läſst. Nach dieſer Zeichnung war die Rauchſäule höchſtens 7mahl höher als der Veſuv. Das gäbe alſo höchſtens eine deutſche Meile für ihre ſenkrechte Höhe über dem Gipfel des Veſuvs, welches mit der Angabe Scotti's ſehr gut übereinſtimmt. *d. H.*

**) Ich habe oft bei den Nachgrabungen, die zu Pompeji angeſtellt wurden, Gelegenheit gehabt, mich hiervon zu verſichern. Die Aſche, die es verſchüttete, mochte wahrſcheinlich mit Waſſer vermiſcht ſeyn, daher Alles, was von ihr umgeben wurde, ſich völlig darein abgeformt hat, z. B.

und ich gestehe, dass mir in diesem Augenblick für Neapel bange war: Doch glücklicher Weise sprang der Wind nach der Seeseite über, und die drohende Wolkenmasse wurde allmählig zurück, und über den Berg *Somma* weg gebogen.

Um nicht allzu weitläuftig zu werden, und mich zu wiederhohlen, bemerke ich nur kurz, dass die Gewitter unter Blitz und Donner bis zum 7ten Juli währten. Dabei fielen von Zeit zu Zeit sehr heftige Regengüsse und Asche hinab, *) welche verwüsten-

de

das Holzwerk an Thüren und Fenstern, das selbst längst verwest ist, so dass man kein Atom mehr findet, es müsste denn verbrannt seyn, in welchem Falle es noch jetzt als Kohle übrig ist. Einst wurde in meiner Gegenwart ein Skelet in der grossen Strasse von Pompeji gefunden, dessen Gesicht so schön, als in Gyps abgedruckt war, und zu Portici verwahrt man einen ähnlichen Abdruck weiblicher Brüste mit dem leichten Gewande darüber. — Gerade so sieht man im vulkanischen Tuff im Theater zu *Herculaneum* eine Marmorbüste, die man längst weggenommen hat, noch vollständig abgedruckt. *Hamilton.*

*) Dasselbe geschah während des kleinern Ausbruchs von 1779, wo sich am 7ten Aug., Nachts, mit dem Toben des Bergs ein heftiges Gewitter verband. Ein Jäger, der bei Ottajano damahls auf freiem Felde war, erschrak nicht wenig, als die herabfallenden Regentropfen ihm Gesicht und Hände verbrannten. *d. H.*

de Wafferftröme voll klebrigen Lehms, grofsen Steinen und umgerifsnen Baumftämmen bildeten, und beide Seiten des Vulkans verheerten. Noch die letzte Wolke, welche über dem Vefuv brach, bildete am 7ten Juli einen fürchterlichen Strom von Lehm, der viele 100 Morgen bebautes Land zwifchen Torre del Greco und Torre dell' Annunziata, zerftörte. Die heftigften derfelben trafen den Berg *Somma*, befonders bei der Stadt *Somma* und unweit *Trochia*. Ihr Bette war hier ¼ Meile breit, und glaubhafte Augenzeugen verficherten mir, dafs fie bei Somma 20 bis 30 Fufs tief waren. Sie beftanden aus einer Art von flüffigem Lehm, aus Schlacken und Afche, und führten ungeheure Steine und ganze Bäume mit fich, und verwüfteten alles, was fie trafen. Sie ftellten fich hier hauptfächlich am 18ten, 19ten und 20ften Juni, und felbft noch am 12ten Juli ein. Die *Afche* verbrannte faft in allen Weinbergen die Blätter, verfchüttete in andern die Reben, brach die Baumäfte ab, auf denen fie fich in beträchtlicher Menge anhäufte, und verdrehte, befonders auf der Seite von Somma, die Stämme. Der Abbé Tatta wog einen Zweig eines Feigenbaums, der vor Somma ftand; er hatte nur 6 Blätter und 2 unreife Feigen, und wog allein nicht völlig 3 Unzen, dagegen mit der Afche, die fich daran gefetzt hatte, 31 Unzen. Die Dächer von 70 Häufern und 4 Kirchen waren hier von der Laft der Afche gebrochen, und die Gebäude voll Afche, und ich wurde verfichert, dafs den 19ten Juni die Afche in Somma fo ftark herabgefallen fey, dafs fie Einen,

wenn man nicht in beständiger Bewegung blieb, an den Boden fesselte. *)

Laute Knalle und häufige vulkanische Blitze begleiteten diesen *Aschenregen*, so dass die Einwohner, die sich von so vielen Schrecknissen umgeben sahn, aus der Stadt ins Freie flüchteten. Selbst um Mittag herrschte eine solche Finsterniss, dass es kaum mit Hülfe angezündeter Fackeln möglich war, die Heerstrasse zu finden. Die angezündeten Lichter leuchteten nur schwach und schmolzen bald. Die Beschreibung dieses Aschenregens stimmt in Allem vollkommen mit dem überein, was Plinius der Jüngere und seine Mutter zu Misenum beim Ausbruche im J. 79 erfuhren, und was er in seinem zweiten Briefe an Tacitus beschreibt. **)

*) In Somma und Ottajano war vom 16ten bis zum 20sten, nach Breislak's Bericht, 13 Zoll hoch Asche gefallen. An mehrern Orten im Atrio del Cavallo lag sie 3 Palmen hoch. *d. H.*

**) Die Asche, oder sogenannte *Pozzolan*, besteht, nach Bergmann, hauptsächlich aus verbranntem eisenhaltigen Tone, mit etwas Kalkerde vermischt, und sie ist theils braun und schwarz, theils gelb und gräulich. Sie enthält gewöhnlich mehr oder weniger Kieselduft, Glimmer, polyedrisches Eisenerz, Bimsstein und granatähnliche Körner. Auch die Bimssteine, die sich meist in Aschenhaufen finden, sollen, nach ihm, aus Kalk, Thon und Kieselerde bestehen.

„Was man *vulkanische Asche* nennt," sagt Breislak, „führt den Namen von Asche nur

Nach Beschaffenheit des Windes erstreckten sich die *insterniss* und der *Aschenregen* über verschiedene triche der Campagna Felice. Den 19ten Juni musste ıan zu *Caserta*, 15 ital. Meilen von Neapel, um hellen Iittag Licht anzünden; eine ähnliche Finsterniss erbreitete sich einmahl über das 30 Meilen von Ieapel entlegene *Benevent*, und den 18ten Juni :hrieb der Erzbischof von *Tarent* nach Neapel: Wir sind in eine dicke Wolke feiner vulkanischer

sehr uneigentlich. Ihre Theilchen sind dem Anscheine nach rauh, erdig, mit Theilchen von Feldspath und Schörl untermischt, welche von manchen für Trümmer von Verglasungen, (*vetro pesto.*) angesehen wurden. Nicht alle vulkanische Asche ist sich gleich. In mancher sind die Theilchen gröber, in anderer feiner; einige ist dunkel grau und beinahe schwarz, andere, z. B. die an den letzten Tagen, von sehr lichtgrauer Aschfarbe. Es ist ein ziemlich sicheres Zeichen, dass die Eruption zu Ende geht, wenn die Asche weisslicher wird. Diese weisse Farbe kann entweder der grössern Feinheit der Theilchen, oder der längern Einwirkung saurer Dämpfe zugeschrieben werden. Manche Asche riecht, auf einen Ofen gestreut, stark nach Schwefel, andere nur nach Schwefelsäure. Einige enthält Kochsalz, oder salzsaures Ammoniak, oder Schwefelkies, andere zwei von diesen Stoffen, andere alle drei. Die Thonerde ist in ihr die herrschende; dann Kieselerde und Eisenocher. In der von mir untersuchten war auch nicht ein Theilchen, welches der Magnet gezogen hätte." *d. H.*

Aſche gehüllt, und glauben daher, daſs auf dem Aetna oder zu Stromboli eine groſse Eruption iſt." Daſs dieſe Aſche vom Veſuv herrühre, der 250 ital. Meilen von Tarent entfernt iſt, hatte ſich der Erzbiſchof nicht träumen laſſen. Auch dieſe Aſchenwolken bei Tarent waren mit electriſcher Materie geſchwängert. Ein Blitz aus ihnen entzündete ein Haus bei Martino nahe bei Tarent. Die Aſche flog ſelbſt noch weiter, bis an das äuſserſte Ende der Provinz von *Lecce*. Aehnliche Nachrichten von der Verbreitung des Aſchenregens und von den *Ferillis*, oder vulkaniſchen Blitzen, welche ſie begleiteten, finden ſich in den Beſchreibungen des groſsen Ausbruchs von 1631. *)

*) „Die Aſche, welche in der Nacht vom 17ten zu Neapel fiel, war, nach Breislak's Bemerkung, ſo electriſch, daſs ſie ſich auf einer, vor einem Fenſter liegenden Glasſcheibe in einigen kleinen Sternchen, 2 Linien im Durchmeſſer, anſetzte, den Sternchen ähnlich, welche gepulverter Schwefel auf einem Electrophor, dem man durch eine Metallſpitze Electricität zugeführt hat, bildet. Dieſelbe Beobachtung wiederhohlte er während eines ſchwächern Aſchenregens, der am 26ſten in Neapel fiel. Die Aſche ſetzte ſich auf einem weiſs porcellainenen glaſirten Teller in lauter kleinen Gruppen an, und zwar in jeder die Aſchentheilchen in divergirenden Strahlen. Unter den vielen curiöſen Büchern Kircher's handelt eins de *prodigioſis crucibus*, worin er eines ſehr analogen Phänomens erwähnt, das man 1660 an der Aſche, die der Veſuv auswarf, be-

Die meisten Einwohner um Somma standen in der Ueberzeugung, dass die verwüstenden *Ströme von Wasser und Lehm* sich aus dem Krater des Vesuvs ergossen haben, und Seewasser führten. Allein es ist keinem Zweifel unterworfen, dass diese Fluthen durch ein plötzliches Zergehen der mit Asche gemischten Wasserwolken entstanden, indem die Luft vielleicht zu sehr verdünnt war, um sie länger zu tragen. Brachen solche Wolken, und schütteten sie sich auf den Vesuv aus, so konnte das Wasser durch die feine bituminöse und öhlige Asche sich nicht, wie gewöhnlich, in den Erdboden ziehn, auch nicht durch die sonstigen, jetzt ausgefüllten Betten abfliessen, sondern sammelte sich in Pfützen bis zu einer beträchtlichen Tiefe an, vermischte sich darin mit der Asche, und brach sich endlich neue Kanäle, in welchen es gleich einem Bergstrome zum Fusse des Bergs hinabstürzte. — Nach dem, was ich nun selbst gesehn habe, zweifle ich sehr, dass das Wasser, welches während des fürchterlichen Ausbruchs von 1631 so grosse Verwüstungen anrichtete und so viele tödtete, wirklich, wie man gewöhnlich annimmt, aus dem Krater des Vulkans

merkt hatte. Auf Leinwand aufgefangen, bildete sie Kreuze; nicht so auf Wollenzeug. Kircher sucht dieses aus dem Durchschnitte der Fäden im Gewebe zu erklären; offenbar war dieses aber eine electrische Erscheinung, die auf der leitenden Leinwand und der nicht leitenden Wolle, sehr wohl verschieden ausfallen konnte." *d. H.*

gekommen ſey. Schon damahls waren die Meinungen darüber, wie noch jetzt, getheilt; und da bei allen groſsen Ausbrüchen der Krater in Finſterniſs durch die Aſchenwolken gehüllt iſt, ſo bleibt es immer ſchwierig, über den Urſprung dieſes Waſſers aufs Reine zu kommen. *) Ein königlicher Gärt-

*) Der leichteſte Weg dazu wäre doch unſtreitig der geweſen, das Bett dieſer Schlammſtröme bis zu ihrem Urſprunge zu verfolgen. Ergöſſen ſie ſich aus dem Krater, ſo iſt nach der Karte nicht wohl zu begreifen, wie ſie hätten zur Stadt *Somma* kommen können, ohne über den Berg Somma fortzuſtrömen. Kämen ſie ferner aus dem Innern des Bergs als Waſſer, warum dringen ſie nicht ſtrahlenweiſe hervor, und geben das Schauſpiel ähnlicher Fontainen, als der Geyſer in Island? Sollte es endlich möglich ſeyn, daſs Waſſer, welches ſich mitten im Herde eines Vulkans befindet, (und das wäre bei Waſſer der Fall, welches zum Krater herausdränge,) tropfbar-flüſſig bliebe, und nicht wenigſtens im Herausdringen ſogleich in Dämpfe verwandelt würde, da das doch ſchon mit dem Waſſer der Fall war, das die bei Torre del Greco ins Meer ſich ergieſsende, ſchon ſehr abgekühlte Lava, umſchloſs, (S. 429). Freilich geht die Dampfbildung unter gröſserm Drucke und bei höherer Hitze ſpäter vor, und dieſer Druck muſs in einem Vulkan unglaublich ſtark, vielleicht ſo ſtark ſeyn, daſs das tropfbare Waſſer zum Glühen kommt. Allein ſtiege es in dieſem Zuſtande auch bis zur Oeffnung des Kraters hinan, ſo müſste es doch, ſo wie es auſserhalb deſſelben von dieſem Drucke befreiet

er zu *Portici*, der, ſo früh es nur möglich war,
ährend dieſes Ausbruchs den Krater des Veſuvs

wird, ſogleich die Dampfgeſtalt annehmen. Ueberdies bemerkt man, ſo viel ich weiſs, in den Keſſeln der Dampfmaſchinen nie ein Anſteigen der Waſſermaſſe, immer nur die der Dämpfe in die Dampfröhre. — Wahrſcheinlich dringt Waſſer kurz vor der Eruption in den Herd des Vulkans. Der wachſende Druck der eingeſchloſſenen Dämpfe zerſprengt die Seiten des Vulkans; dabei die Stöſse, welche ſich als Erdbeben fortpflanzen, bis die Dämpfe hinreichenden Ausweg haben. Das Waſſer geht allmählig insgeſammt in Dampfgeſtalt ſort, wobei Electricität rege wird, ſammelt ſich als Dampfwolken, und ſtürzt endlich nach Art von Wolkenbrüchen zugleich mit der Aſche herab, mit der es ſich zu Schlammſtrömen vermiſcht. Das ſcheint mir nach allem, die wahrſcheinlichere Meinung. Daſs es aber bei andern Vulkanen wohl anders ſeyn kann, beweiſt ſogleich die weiterhin folgende Beſchreibung des neueſten Erdbebens in Peru. Uebrigens ſtimmt auch die Erzählung des Herzogs della Torre mit dieſer Meinung Hamilton's überein. „Ich muſs noch bemerken," ſagt er, „daſs die Witterung, (am 20ſten und ferner,) ſehr veränderlich, und der am Ende eines regnigen Aprils ähnlich war. Bald an dieſem, bald an jenem Orte regnete es unaufhörlich, und es entſtanden dadurch verheerende Ueberſchwemmungen. — Die Aſche lag bei Ottajano ¾ Palmen hoch, und immer höher, je näher man dem Berge kam. Hier macht jetzt der geringſte Regen Ueberſchwemmungen, gegen die ſich zu

erstiegen hatte, kam voll Schrecken mit der Nachricht zurück, er habe ihn voll kochenden Wassers

schützen die Bewohner kein anderes Mittel finden, als das Erdreich umzugraben, und dadurch den oben liegenden Sand, (Asche?) hinunter zu bringen, damit die Erde das Regenwasser wieder einsauge, welches der Sand verhindert. — Ich erfahre, dass in den Gegenden Neapels, die, wie wir, drei Monate lang vollkommen trocknes Wetter hatten, jetzt sehr häufige Regen fallen, welche viele Ueberschwemmungen verursachen. Es ist also kein Wunder, dass sie in den unter dem Vesuv gelegenen Orten so häufig und anhaltend waren. Sich geborstene Wolken und im Vesuv verborgene Wasserströme zu denken, die nun aus dem Berge hervorsprudeln, überlasse ich Liebhabern chimärischer Wunderwerke und dem überspannten Gehirne furchtsamer Leute. Auch die Nachrichten vom Ausbruche im Jahre 1631 kommen alle darin überein, dass es während desselben unaufhörlich regnete, und dadurch grosse Ueberschwemmungen ringsum am Fusse des Vesuvs entstanden."

Nach Breislak's Berichte zeigte sich zu Somma u. s. f. am Horizonte eine Wolke, welche der Vulkan stark anzuziehn schien. Kaum hatte sie den Gipfel desselben umzogen, so stürzten sich gewaltige Wasserströme mit einem furchtbaren Getöse herab. Jede kleine Wolke jagte daher damahls die Einwohner in Schrecken. Obschon diesen Strömen Regen vorhergingen, so scheinen sie doch mit dem Brande des Vulkans in genauer Verbindung zu stehen. Wir wissen aus der Geschichte des Vesuvs, des Aetna und der

ſehn, und je ſonderbarer dieſer Umſtand war, ſto lieber wurde er geglaubt. Der Intendant von

Vulkane Amerika's, daſs alle groſse Eruptionen der Vulkane mit Fluthen von Regenwaſſer begleitet ſind. Während des Ausbruchs des Veſuvs im Jahre 1631 riſſen die gewaltigen Waſſerſtröme mehrere, zuvor von der Aſche bedeckte Häuſer mit ſich fort, und an 3000 Menſchen kamen in ihnen um. Gleich nach dem Ausbruche von 1689 fiel, während rings umher der Horizont völlig ungetrübt war, bloſs auf dem Veſuv ein heftiger Regen mit Aſche gemiſcht. Auch während der Eruptionen von 1754, 1755, 1768 und 1779 thaten heftige Regengüſſe vielen Schaden. Die dicken, finſtern Wolken, welche die Regen herbeiführten, vermiſchten ſich damahls häufig mit dem Rauche, der ſich hauptſächlich nach Ottajano hinneigte. Ein langes Verzeichniſs ähnlicher Ereigniſſe, und eine einfache Erklärung derſelben durch Rechnung unterſtützt, findet man in der Abhandlung Du Carla's *delle inondazione vólcaniche.* — Da viele der Meinung ſind, die mit Aſche vermiſchten Waſſerſtröme, ſeyn bei dem neulichen Ausbruche aus dem Krater hervorgeſprudelt, ſo habe ich die Umſtände dieſes Phänomens mit aller Sorgfalt unterſucht, und darf behaupten, daſs, ſo oft Schlammſtröme vom Conus des Veſuvs herabgeſtrömt ſind, ſich jedes Mahl häufige Regengüſſe, um den Gipfel des Veſuvs ergoſſen haben, oder, um mich des gemeinen Sprachgebrauchs zu bedienen, eine Wolke gebrochen ſey. Eine Menge wenig genauer Eruptionsberichte, hatte jene Behauptung ſo gäng und gebe gemacht, daſs es vielen abſurd ſchien, nur

Portici fand nöthig, um die Bestürzung, welche diese Nachricht verbreitete, zu stillen, gleich den folgenden Tag, (den 16ten Juli,)*) zuverlässige Leute hinaufzuschicken. Signor Sacco, der sich diesem

daran zweifeln zu wollen, und die Physiker hatten dafür manche Erklärungen erdacht. Nach einigen schlürft der Vulkan Meerwasser ein, und wirft es aus seinem Krater wieder heraus; nach andern enthält der Vulkan Wasserbehälter, deren Wände bei der Explosion platzen; noch andere denken sich eine chemische Synthesis des Wassers im Vulkan. Aber ehe man an die Theorie denkt, muss man billig die Thatsachen verificiren. Aus meinen Beobachtungen ergiebt sich mit Gewissheit, dass alle Schlammergiessungen während des letzten Ausbruchs lediglich von Regengüssen herrührten, die auf den Vesuv fielen, und welche Beobachter in der Entfernung nicht wahrnehmen konnten. Doch darf ich nicht verschweigen, dass, obgleich kein Regenguss auf die Spitze des Vesuvs hinabgefallen, doch die Asche daselbst sehr feucht war. Als am 25sten Juni einer von uns den Kegel des Vesuvs bestieg, fand er, obschon der Himmel völlig heiter war, die Asche, die aus der oben beschriebenen vulkanischen Wolke herabfiel, ausserordentlich feucht, wie man das auch an der, die den 16ten Morgens fiel, bemerkt hat. Dieses scheint daher zu kommen, weil die Asche die Feuchtigkeit der Luft desto begieriger an sich zieht, mit je mehr Salztheilen sie geschwängert ist." *d. H.*

*) Nach einer andern Stelle den 19ten Juli. *d. H.*

unter guter Begleitung unterzog, fand die Ausſage des Gärtners gänzlich falſch, da ſich bloſs im Grunde des Kraters einige Näſſe von Regengüſſen angeſammelt hatte, (*there being only ſome little ſigns of mud from a depoſition of the rain water at the bottom of the Crater.*)

Sacco's Ausſagen wurden zu Neapel gedruckt. Nach ihm hat jetzt der *Krater* die Geſtalt eines unregelmäſsigen Ovals, deſſen Umfang er auf 1½ ital. Meilen ſchätzte, wiewohl er mir gröſser dünkt. Das Innere glich, wie gewöhnlich, einem umgekehrten Kegel, deſſen Oſtwände faſt ſenkrecht ſtanden, indeſs an der viel niedrigern weſtlichen Seite, Sacco mit einigen ſeiner Begleiter 176 Palmen weit hinabſteigen konnte. Von hier lieſsen ſie einen Strick mit einem Steine hinab, und fanden den Krater noch 500 Palmen tief. Dergleichen Bemerkungen über den Krater des Veſuvs ſind jedoch wenig brauchbar, da ſeine Geſtalt und Tiefe täglichen Veränderungen ausgeſetzt iſt. *) Dieſe neu-

*) Schon vor Sacco hatte der unerſchrockene Phyſiker Breislak den Muth gehabt, den Gipfel des Veſuvs zu erſteigen, und war nach mehrern fruchtloſen Bemühungen am 12ten Juli glücklich bis an den Krater hinauf gekommen. Bis zum Fuſse des Kegels war die Reiſe ſehr gemächlich, da die Aſche die Unebenheiten der Lava, die ſonſt den Weg beſchwerlich machten, geebnet hatte. Allein auf dem Conus waren Aſche, Steine und Schlacken durch das Regenwaſſer ſo zuſammengebacken, daſs der Fuſs keinen Halt auf dem ſtei-

gierigen Beobachter wagten wahrlich viel, denn ſeitdem hat der Krater noch gar oft Schlacken und

len Abhange fand, und daſs erſt Stufen darein gemacht werden muſsten. Doch war die weiſse Aſche zu oberſt noch nicht erhärtet. Der Umfang des Kraters betrug 8600 Palmen, d. i. 1 neap. Meile und 1600 Palmen. Der *NO* Theil war der höchſte, und der Krâter ſchief nach *SW* zu abgeſchnitten; der Rand bildete mithin eine wenig excentriſche Ellipſe. (S. Fig. 5, Taf. VII.) Der Krater war ſehr tief, und ſchien nach dem Urtheile einiger Perſonen von geübtem Augenmaaſse ungefähr bis zur Pedemontina herabzugehn, d. i. bis zu der Gegend, aus welcher die Lava auf Torre del Greco ſtrömte. Da dieſe Gegend 880 Palmen ſenkrecht unter der Spitze des Kegels liegt, und der Krater nicht ganz ſo tief ſchien, ſo mochte ſeine Tiefe ungefähr 600 Palmen betragen. Die Wände waren ſehr ſteil, die öſtliche faſt ſenkrecht, und ſo dünn, daſs beim nächſten Ausbruche der Einſturz eines Theils derſelben wahrſcheinlich wird. Es ſtieg kein Rauch hervor; man ſah den Boden deutlich, und hätte es die Steilheit der Wände nicht verhindert, würde man ohne Gefahr hinabgeſtiegen ſeyn. Nur ſtiegen aus der Nordſeite des Bodens, mit ſchwachem Ziſchen, ein kaum ſichtbarer Dampf und aus dem Rande des Kraters ſchwache Fumaroli auf. Der Krater beſtand überall aus Schlacken, Stücken von Lava, ausgeworfenen Steinen und Aſche, die jedoch eine Art von nach gerade entſtandener Schichtung zeigten. Vom Rande löſten ſich groſse Steine ab und rollten zum Boden hinab, mit einem dumpfen Getöſe, dem ähnlich, welches wir beim Erſteigen des Kraters gehört hatten, und das daher nicht

Aſche ausgeworfen, und ein ſolcher Ausbruch zur Zeit, als ſie den Krater beſtiegen, hätte ihnen ſicher das Leben gekoſtet. cf. B. VI. p. 467. Nr. 2. p. 468. No. 3.

aus dem Herde des Vulkans kam, welcher jetzt in völliger Ruhe zu ſeyn, und ſie für lange zu verſprechen ſchien.

Als im Jahre 1752 der Gipfel des Veſuvs in den Krater geſtürzt war, wurde die Höhe des Veſuvs auf Befehl des Königs, von einem geſchickten Feldmeſſer mit der Waſſerwage nivellirt. Er fand, daſs der Veſuv genau ſo hoch als der Berg Somma, und über die Meeresfläche 4041 Palmen, (d. h. 3283 pariſ. Fuſs,) erhaben war. Jetzt liegt der höchſte Punkt des Kraters etwas über, der niedrigſte etwas unter der Spitze des Somma; die mittlere Höhe des Veſuvs iſt jetzt alſo noch dieſelbe als damahls. Vor dem letzten Einſturze war nach Poli's Meſſung der Veſuv 4515 Palmen, d. i. 3668 par. Fuſs hoch. Mithin hat ſich die Höhe des Kraters durch den letzten Einſturz um 464 Palmen, d. i. um ein Neuntel der ganzen Höhe des Veſuvs vermindert. Der Fuſs des Veſuvs ſammt des Bergs Somma hat 19 neap. Meilen, das ſind 133000 Palmen, im Umfange; die Höhe deſſelben iſt folglich $\frac{1}{33}$ des Umfangs. Der Aetna iſt 9660 Fuſs oder 11899 Palmen hoch und ſein Fuſs hat 120 neapol. Meilen oder 840000 Palmen im Umfange; mithin beträgt ſeine Höhe nur $\frac{1}{72}$ dieſes Umfangs. Der Veſuv iſt alſo mehr als noch einmahl ſo ſteil als der Aetna." *d. H.*

(Die Fortſetzung folgt.)

VII.

Chemiſche Zerlegung des Nilſchlamms
vom
Bürger Regnault. *)

Der ganze Boden Aegyptens iſt nach der jährlichen Ueberſchwemmung des Nils mit einer mehr oder weniger dicken Lage von ſchwarzem Schlamme bedeckt. Wenn dieſer Schlamm an der Luft austrocknet, wird er gelblich braun, reiſst und ſpaltet, und man ſieht dann deutlich, daſs er ſich, wie gemeiniglich der Thon, in horizontalen Lagen abgeſetzt hat; auch zeigt er die übrigen Kennzeichen des *Thons*, zieht ſtark das Waſſer an, und ſchwindet im Feuer. Mit Waſſer gewaſchen, geben 100 Theile Schlamm nur 1,2 ſalzige Theile, die aus *Kochſalz*, *Glauberſalz* und *kohlenſaurem Ammoniak* beſtehn.

Wird der Schlamm getrocknet, zu feinem Staube gemacht und deſtillirt, ſo erhält man *Kohlenſäure* und *Waſſer;* und zwar von letzterm 11 Theile aus 100. Der Rückſtand iſt ſchwarz, wird aber roth, wenn man ihn in einem Tiegel unter freiem Zutritte der Luft erhitzt und verliert dabei $\frac{1}{11}$ an Gewicht. Daſs dieſes von *Kohlenſtoff* herrührt, der dabei verbrennt, zeigte ſich, als ich den Schlamm mit Salpeter vermiſcht deſtillirte, und eine auſseror-

*) *Mémoires ſur l'Egypte*, p. 348 f.

dentliche Menge von Kohlensäure in der Vorlage auffing.

Ich nahm etwas Schlamm aus einem Ableitungskanale, 500 Toisen vom Nil, trocknete ihn, und schmolz 100 Theile davon mit 300 Theilen kaustischem Kali in einem silbernen Schmelztiegel zusammen. Dieses gab eine grünliche Masse, welche sich bis auf einige weisse Flocken ganz in Salzsäure auflöste, und durch ein Filtrum geseihet, 4 Gran *Kieselerde* zurück liess. Die eine Hälfte der salzsauren Auflösung wurde durch Ammoniak, die andere durch kohlensaures Kali zersetzt.

Der Niederschlag durch das Ammoniak bestand aus *Thonerde* und *Eisen*. Bittererde konnte sich nicht darunter befinden, da die Auflösung einen Ueberfluss an Säure enthielt, und diese mit dem Ammoniak und der Bittererde, ein durch Ammoniak unzertrennbares Salz bildet. Als man den Niederschlag in ätzendem Kali auflöste, fand sich, dass er aus 6 Theilen Eisenkalk und 48 Theilen Thonerde bestand.

Aus der andern Hälfte der salzsauren Auflösung wurde zuerst die überflüssige Säure abgetrieben; dann ein Niederschlag durch kaustisches Kali bewirkt, dieser stark erhitzt, um das Eisen darin zu oxydiren und für die Essigsäure eben so unauflöslich zu machen als die Thonerde, und zuletzt der Niederschlag mit Essigsäure digerirt. Die dadurch entstehenden Salze bestanden aus 18 Theilen kohlensaurem Kalk und 4 Theilen kohlensaurer Magnesia.

Folglich enthält der Nilſchlamm in 100 Theilen

11 Theile Waſſer,
9 — Kohlenſtoff,
6 — Eiſenoxyd,
4 — Kieſelerde,
4 — kohlenſaure Bittererde,
18 — kohlenſaure Kalkerde,
48 — Thonerde.
100

Der Antheil an Kieſelerde und Thonerde iſt jedoch nach dem Orte, von wo man den Schlamm nimmt, ſehr verſchieden. Am Ufer des Nils iſt der Schlamm ſehr ſandig, verliert aber ſeinen Sandgehalt deſto mehr, je weiter ihn der Fluſs landeinwärts abſetzt, und wird zuletzt faſt ganz reiner Thon. Daher kommt es, daſs der Boden Aegyptens Thon faſt von allen Stufen der Reinheit enthält, deren die Kunſt nur bedarf. Man brennt aus ihm in Aegypten treffliche Mauerſteine, und Gefäſse von mannigfaltigen Formen, braucht ihn zu Pfeifen, baut daraus die Oefen in den Glashütten, die Landleute bekleiden damit ihre Häuſer, und ich zweifle nicht, daſs er ſelbſt zu Fayance und Porcellain tüchtig ſey.

Der Nilſchlamm enthält zugleich, wie man ſieht, die Grundſtoffe für die Nahrung der Pflanzen. Auch gilt er bei den Landleuten für den beſten Dünger, ſo daſs ſie den Miſt nicht zum Düngen, ſondern zum Brennen aufheben, da das Holz in Aegypten ſehr ſelten iſt. Die an einigen Orten Aegyptens

ptens etwas langſame Vegetation, iſt wohl nicht dieſer Art zu düngen, ſondern dem Mangel an Cultur zuzuſchreiben.

VIII.

NACHRICHT

von zwei wichtigen Entdeckungen: der Zerſetzung der Salzſäure und des Wärmeverhältniſſes der farbigen Strahlen des Sonnenlichts.

(Aus einem Briefe des Dr. Blagden's, Sekretärs der Londner Societät der Wiſſenſchaften, London den 27ſten März 1800, an Bertholet in Paris.)

Dieſe beiden für die Phyſik höchſt intereſſanten Entdeckungen ſind beide in England gemacht. Die *Salzſäure* wurde mit Hülfe des *electriſchen Funkens* zerſetzt; *wie*, darüber giebt Blagden weiter kein Detail. Auch Bertholet hat über dieſen Gegenſtand eine eigne Arbeit unternommen. Sind gleich dieſe Reihen von Verſuchen ſelbſt noch nicht bekannt gemacht worden, ſo glauben wir doch ſo viel davon ſagen zu dürfen, daſs ſie darthun, der *Stickſtoff* ſey einer der Grundſtoffe der Salzſäure. Das Detail der Verſuche ſoll binnen Kurzem dem Publikum mitgetheilt werden.

Die zweite Entdeckung gehört dem berühmten Aſtronomen Herſchel. Er lieſs in einem dunkeln Zimmer einen Sonnenſtrahl auf ein Prisma fal-

len, und brachte in jeden der farbigen Strahlen, worin das Prisma den weiſsen Strahl zerſetzte, ein ſehr empfindliches Thermometer. *Die Wärme, die ſie den Thermometern mittheilten, ſtand im verkehrten Verhältniſſe ihrer Brechbarkeit*, ſo daſs der am wenigſten brechbare rothe Strahl die gröſste Wärme, und der am ſtärkſten brechbare violette, die mindeſte Wärme gab. — Zugleich bemerkte er, daſs ein Thermometer, welches unmittelbar *unter* dem Farben-Spectrum, d. h. unter dem rothen Lichte, befeſtigt wurde, ſelbſt noch höher als das im rothen Strahle befindliche ſtieg. Mithin *erzeugte dieſer Sonnenſtrahl das Maximum an Wärme, auſserhalb des Farben-Spectrums.*

IX.

Einige metallurgische Bemerkungen

B. G. Sage's,

Directors der ersten Bergwerksschule in Paris;

aus Briefen an Delamétherie. *)

1. *Reduction des Hornsilbers durch Berührung mit Eisen.*

Schon vor 30 Jahren lehrte ich die Zersetzung des Hornsilbers mittelst Eisen. Einst als ich in eine Schachtel zufällig eine Magnet-Nadel neben ein Stück Hornsilber gelegt hatte, und die Schachtel erst nach einem Jahre wieder öffnete, fand ich darin zerfloſsnes salzsaures Eisen, und das Silber in vollkommen metallischer Gestalt, bedeckt und vermischt mit braunem Eisenocher, indeſs alles Eisen der Magnet-Nadel gänzlich verschwunden, und von ihr nichts als das verrostete Messinghütchen übrig geblieben war. Hierbei ein Stückchen dieses reducirten Hornsilbers. (Vergl. Fabroni's Abhandl. in den *Annal. der Phys.*, IV, 428.)

2. *Mittel, die Menge Schwefels oder Arseniks in einer Miner genau zu bestimmen.*

Beim Rösten verfliegen oder zersetzen sich zwar der Schwefel und Arsenik einer Miner, zugleich aber

*) *Journal de Physique*, t. 7, p. 296.

werden die erdigen Theile derselben calcinirt, und bemächtigen sich eines Antheils der erzeugten Säuren und einiger Feuchtigkeit, wodurch ihr Gewicht zunimmt. Deshalb läfst sich durch das Rösten der wahre Gehalt an Schwefel und Arsenik nicht bestimmen; auch nicht beides einzeln. — Man pulverisire dagegen die Miner, und ziehe über sie ihr doppeltes Gewicht Schwefelsäure ab. Diese geht dabei als schweflige Säure über; zugleich der Schwefel des Minerals in gelblicher Farbe, und der Arsenik in Gestalt eines weissen Kalkes, so dafs in der Retorte blofs schwefelsaures Metall zurückbleibt. Auf diese Art erhielt ich aus 100 Theilen einer schwefel- und arsenikhaltigen *Kobaltstufe* 36 Theile weissen Arsenikkalk, und 15 Theile gelblichen Schwefel, welche das Metall darin vererzen, und machen, dafs an einem feuchten Orte die Stufe mit Kobalt-Vitriol beschlägt, der im Wasser auflöslich ist, und sich dadurch von dem lilafarbnen arsenikalischen Beschlage unterscheidet. — Eine grünliche Stufe *Kupfernickel*, die auf dem Bruche röthlich-grau war, gab, auf dieselbe Art behandelt, in der Vorlage ebenfalls schweflige Säure, gelblichen Schwefel und weissen Arsenikkalk, und in der Retorte grünen zum Theil schwefelsauren Nickelkalk. Sie enthielt in 100 Theilen 3 Theile Schwefel, 22 Theile Arsenik und 75 Theile Kupfernickel.

3. *Das krystallisirte rothe sibirische Bleierz enthält kein Eisen, sondern Spiefsglanz.*

Lehmann machte zuerst das rothe sibirische Bleierz in einem Briefe an Büffon im Jahre 1769 in Frankreich bekannt. Es bricht nach ihm bei Katharinenburg mit eisenschüssigem Quarze, Glaskopf und Bleiglanz. Vauquelin entdeckte darin ein neues Metall, das *Chromium*, welches er auch im Smaragd, im grünen sibirischen Bleierze, im Rubin und Beril wiederfand, und das er daraus auf eine sehr einfache Weise durch Kochen mit Kali herauszog, da es in der Miner als Säure enthalten ist. Nach seiner zweiten Analyse besteht das rothe sibirische Bleierz aus 36 Theilen Blei, 37 Theilen Chromium-Säure, 24 Theilen Eisen und 2 Theilen Thonerde. — Allein es enthält nach meinen Versuchen offenbar kein Eisen, sondern Spiefsglanz, und zwar mehr als Blei, etwa in 100 Theilen 45 Theile *Spiefsglanz.* Wie war es möglich, dafs Vauquelin dieses übersah! Wahrscheinlich hatte er zu wenig vom Bleierze, um es in Rücksicht des Eisengehalts gehörig zu prüfen. — Von den vielen Versuchen, die Sage darüber im *Journ. de Phys.*, t. 7, p. 300, anführt, hier nur Einen: Er übergofs die Bleikrystalle mit gereinigter Salzsäure, welche sich im Auflösen aufs schönste grün färbte, und beim Erkalten kleine, viereckige, durchsichtige weifse Krystalle fallen liefs. Sie und der grünliche Rückstand, aus dem die Salzsäure alles Blei und Chromium aufgelöst hatte, zusammen auf Löschpapier getrocknet,

wogen fast halb so viel als die genommene Miner. Die Krystalle, (sel stibé,) knistern am Feuer; gepulvert schmelzen sie am Feuer, werden schwarz und verändern sich in Spiessglanz-Kügelchen, und brennen mit einem weissen Dampfe, wovon ein Theil sich auf die Kohlen setzt und einen länglichen weissen Schein bildet. Die Auflösung in der Salzsäure eingedickt gab ein süsses an der Luft zerfliessendes Salz, welches dem Chromium zuzuschreiben ist, und als es mit schwarzem Flusse und Kohlenstaub geschmolzen wurde, erhielt er nichts als einige Stückchen *Blei.*

X.

ANMERKUNGEN

zur Licht - Theorie.

(Aus einem Briefe
von

L. A. von Arnim.

Göttingen den 30sten Mai.

Ich wundere mich, wie ich in den Versuchen über das chemische und electrische Verhältniss der Körper*) Nairne's Erfahrungen über die Verkürzung der Metalldrähte durch electrische Schläge **) vergessen habe. Sie sind für mich sehr merkwürdig, besonders auch in Rücksicht der *galvanischen Erscheinungen.*

Mechanische und chemische Bewegung sind sich gegenseitig in der *galvanischen Bewegung* so sehr Mittel und Zweck, dass man von dieser Seite das Leben als ein durch Herstellung des chemischen Gleichgewichts gestörtes mechanisches, und durch Herstellung des mechanischen Gleichgewichts gestörtes chemisches betrachten könnte. Ein schwaches Kneifen, noch stärker ein Ziehen des Nerven oder ein Stechen, bringt die stärksten Muskel-Con-

*) *Annal.* V, 33.

**) Crell's *Ann.* f. 1784, I, 96; Lichtenberg's *Magazin*, I. B., 2. St., S. 21.

tractionen hervor, ſelbſt da, wo der galvaniſche Reiz nur noch ſchwach wirkt; aber *nicht* die eigentliche Nerven-Subſtanz iſt hier die Urſache der Zuſammenziehung, (denn ohne Berührung der Nervenhäute kann man ſie ungeſtraft zerſtechen, auch kann ſie beim Zerſchneiden und Unterbinden der Nerven in ununterbrochener Berührung bleiben, die Zuſammenziehungen erfolgen doch nicht,) ſondern die Nervenhäute, deren Zuſammenziehung durch mechaniſche Verbindung, durch ihren Uebergang in Zellgewebe,*) in der Bewegung des ganzen Schenkels ſich zeigt. Dies erklärt, warum die Muskelfaſer in jedem faſt mathematiſchen Punkte, (a. a. O., S. 113,) ſenſibel iſt, ungeachtet die beſten Anatomen keinen Uebergang der Nerven-Subſtanz in Muskel-Subſtanz wahrgenommen, und die Vermuthung einer ſenſibeln Nerven-Atmoſphäre, (ſeit Humboldt's Verſuche mit Wahrſcheinlichkeit aus einer Dampfleitung erklärt werden,) ſehr an Wahrſcheinlichkeit verloren hat. Dies erklärt auch, warum die Muskeln, die weiter von dem Nerven entfernt ſind, am heftigſten bewegt werden, warum an dieſen entfernten Punkten, z. B. an dem Zehen der Froſchſchenkel, ſich die letzten Zuſammenziehungen zeigen, ſehr ähnlich der ſchnellen Bewegung eines Punktes in dem Umkreiſe eines Rades, verglichen mit der Schnelligkeit eines Punktes

*) *Ueber den Bau des Hirns und der Nerven.* Gren's *neues Journal der Phyſik*, I. B., S. 107.

an der Achſe, ungeachtet beide Punkte, der Muskel im Nervenbündel und der Muskel an dem Ende des Schenkels, nur einen und denſelben Winkel zurücklegen. Es verſteht ſich, daſs dieſes nur Bild und nichts weiter ſeyn ſoll.

Bedarf es aber nur der Zuſammenziehung der Nervenhaut, um galvaniſche Erſcheinungen hervorzubringen, ſo iſt durch jene Najrniſche Beobachtung, *die Wirkung der Electricität in Hervorbringung galvaniſcher Actionen erklärt*, nur iſt es jetzt nothwendig, die von Herrn von Humboldt, (*Ueber die gereizte Muskelſaſer*, I, S. 433 — 442,) angegebenen Unterſchiede zwiſchen *galvaniſcher* und *electriſcher Action* genauer zu betrachten. Sie werden gefunden haben, daſs es ſelbſt dieſen zufolge keinen Leiter in der galvaniſchen Kette giebt, der nicht auch Leiter in der electriſchen Kette wäre; aber umgekehrt iſt nicht jeder electriſche Leiter auch ein galvaniſcher: alte wohlgetrocknete Knochen, der luftverdünnte Raum, die Flamme und heiſses Glas machen Ausnahmen.

Zuerſt bemerke ich dabei, daſs ſehr viele Leiter der Electricität es nur für ſtärkere Ladungen ſind, z. B. eine Blitzſcheibe. Wenn die Conſtruction derſelben verdeckt wäre, man würde ſich ſehr wundern, wie vollkommen derſelbe Körper ſchwache electriſche Schläge hemme, ſtarke fortleite; und das ſcheint ganz beſonders auch bei den Knochen und dem heiſsen Glaſe der Fall zu ſeyn. Zweitens wirken einige Körper nur in ſo fern leitend,

als sie die Electricität zerstreuen, (ableiten,) oder einsammeln, (einleiten.) Dieser Unterschied zwischen den Leitern ist nicht unwichtig. War es nicht unwahrscheinlich, die durch brennende Kerzen in den Electrometern gesammelte Electricität aus der gröſsern Leitungsfähigkeit der beim Verbrennen entstehenden Gasarten herzuleiten? Ein um so viel gröſserer metallener Leiter darauf gesteckt, würde doch eben das leisten, (besonders wenn man bedenkt, daſs jenes kohlensaure Gas nicht in ununterbrochener Verbindung mit der Flamme bleibt, sondern vom Winde hinweggetrieben wird.) Aber das ist gar nicht der Fall. Aeuſserst merkwürdig, auch für die Licht-Theorie ist es, *daſs, ungeachtet wir fast bei allen Oxydations-Prozessen Entstehung von Electricität wahrnehmen, dieses doch bei den Oxydationen mit Lichtentwickelung nicht der Fall ist;* daſs wir nur da electrisches Licht bemerken, wo entgegengesetzte Electricitäten sich aufheben, und daſs eben deswegen jene Verbrennungen nur da Electricität sammeln, wo man mit sehr empfindlichen Instrumenten schon vor dieser Verbrennung Electricität beobachten kann. Wird es hieraus nicht sehr deutlich, daſs, so wie nach meinen frühern Bemerkungen ein entgegengesetzt electrischer Zustand zweier Körper, einer entgegengesetzten Wärme-Capacitäts-Aenderung zuzuschreiben ist, Lichtentstehung im Gegentheile einer Herstellung des Gleichgewichts zwischen zwei entgegengesetzten Wärme-Capacitäts-Aenderungen zuzuschreiben sey?

Ist also, wie es scheint, mit Wahrscheinlichkeit zu behaupten, dass die *Flamme* in den meisten Fällen die Electricität nicht leitet, sondern selbstthätig modificirt; so frägt es sich: Wie hat man bisher die Flamme in der galvanischen Kette angewendet? Nur zwei Fälle sind möglich: entweder man hat damit zwei Cylinder verbunden, und in diesem Falle hätte man schon den Erfolg vorhersehen können, dass keine Zuckungen erfolgen konnten, da die Electricität zerstreut wird, wenn eine Flamme zwischen zwei electrisirten Conductoren steht; oder man hat den brennenden Körper auf den einen Leiter gestellt, und in diesem Falle ist die Kette unterbrochen, da man, nach einer bekannten electrischen Erfahrung, sehr verschiedene Electricitäten auf diese Art in zwei Körpern erhalten kann. Nur der Theorie, welche bei dem Schliessen der Kette Entladungen annimmt, konnten die Versuche widersprechen, und zu der bekenne ich mich nicht.

Der *luftverdünnte Raum* endlich wirkt, wie ich gezeigt habe, nur durch seinen Feuchtigkeitszustand leitend, (*Theorie der electrischen Erscheinungen*, S. 36.) Dass er auch Leiter für geringe Entfernungen in der galvanischen Kette werden kann, beweisen die Versuche Humboldt's, welche eine Wirkung in die Ferne vermuthen liessen.

Nachdem diese vier Hindernisse weggeräumt sind, und ich, wie gesagt, sowohl in der electrischen Ladungs-Theorie, als in den Uebergangs - Circulations-Theorien einiges Unwahrscheinliche zu finden

glaube, (sie widersprechen insbesondere der Fortdauer der Wirkung beim Geschlossen seyn der Kette,) nehme ich keinen Anstand, Ihnen einige Bemerkungen zu dieser Theorie mitzutheilen.

Jede electrische Entgegensetzung ist, wie ich gezeigt habe, entweder durch Veränderung der Mischung oder der Lage verschiedener Körper hervorgebracht. Da bisher keine nothwendige chemische Veränderung als Ursache der galvanischen Erscheinungen wahrgenommen worden; so ist Veränderung der Lage Bedingung derselben, so werden sich galvanische Bewegungen nur beim Verbinden und beim Trennen der Kette zeigen; wenn auch die electrische Vertheilung fortdauert, sie werden nur Zeichen der Aenderung dieser Einwirkung seyn.

Erschöpfung aller möglichen Combinationen entgegengesetzter Zustände zur Verbindung derselben in einem Einzelnen, ist Bedingung aller Bewegung in der Natur, also auch der galvanischen oder electrischen. Es giebt zwei einander entgegengesetzte electrische Zustände: $+E$ und $-E$, und $++$, $+-$, $--$ sind alle mögliche Combinationen derselben. Demnach werden zur Hervorbringung electrischer Thätigkeit zwei Klassen erfordert: eine, die eines einfachen; die zweite, die durch diese einfachen in einen zwiefachen Zustand versetzt werden kann, und von diesen zwei Klassen drei Individuen. So sehen sie dieses von Ritter entdeckte Gesetz der galvanischen Action, welches ich auch bei genauerer Betrachtung im Magnetismus gefunden, auf

eine scheinbar scherzhafte, aber doch wohl ernsthafte Art bewiesen; auch die Nothwendigkeit der Anschauung der Materie nach drei Dimensionen kann hiernach vollständig bewiesen werden. *)

Multa renascentur etc. hat sich noch immer bestätigt. Als Winkler vor 50 Jahren einen *electrischen Prozeſs zwischen Sonne und Erde annahm*, hat mancher gespottet. Erinnern wir uns aber jener oben gemachten Bemerkung über die Abwesenheit electrischer Entgegensetzung bei Oxydationen mit Lichterscheinung, und der daraus gezogenen Folgerung: der Lichtentwickelungs-Prozeſs sey dem electrischen entgegengesetzt; so gewinnt diese Idee sehr an Wahrscheinlichkeit. Es erklärt sich ebenfalls daraus, woher eine sehr allgemeine Erfahrung abzuleiten ist, *daſs alles, was Leiter in der electrischen Kette ist, Nichtleiter in der Lichtkette, und jeder Leiter in der Lichtkette, Nichtleiter in der electrischen sey*, (wobei ich erinnern muſs, daſs ich die Halbleiter der Electricität zu den Nichtleitern rechne, und daſs ich unter Nichtleiter in der Lichtkette alle undurchsichtige Körper verstehe.) In Verbindung damit steht auch das Gesetz: *daſs Körper nur in so fern Farbe und Electricität zeigen, als sie diese verlieren.*

*) Daſs es mit einem solchen Beweiſe dem Briefschreiber nicht recht Ernst seyn könne, darf wohl kaum erinnert werden. *d. H.*

XI.

Aus einem andern Briefe desselben Verfassers.

Es wird Ihnen sicher angenehm seyn, das sehr bequeme *Entwickelungsgeräth zum Salpetergas-Eudiometer* kennen zu lernen, dessen sich Herr von Humboldt bei seinen Untersuchungen bedient. Ich danke es der Güte des Herrn von Buch. Die kleine Flasche sowohl wie die Röhre, (Taf. VII, Fig. 5,) sind von Horn. Die Höhe von *a* bis *b* beträgt etwas über 2 Zoll; bei *cd* ist eine männliche, in *gh* eine weibliche Schraube. Man kann daher das Gefäſs hier öffnen und Kupferdraht und Salpetersäure hineinthun. Die Röhre *fe* ist bei *f* ebenfalls zum Herausziehen, und dann lassen sich sofort in der kleinsten pneumatischen Wanne die genauesten Versuche machen.

Bei einer fortgesetzten Reihe von Versuchen, welche ich *über das Verhältniſs der Lichtstärke zu der Farbe des Himmels* vorhabe, denke ich das in den Annal. d. Physik, III, 83, von mir vorgeschlagene schwarz und weiſs überzogene Thermometer, (Leslie's *Photometer*, Ann., V, 235, ist im Wesentlichen nichts anderes,) und das Saussürische *Kyanometer* zu brauchen, letzteres jedoch, zur bessern Vergleichung der Farben des Himmels mit den aufgetragenen, folgender Maſsen abzuändern. Zwei gleich groſse Pappscheiben drehen sich über einander um eine Achse, in ihrem Mittelpunkte. Die untere hat in ihrem Umfange so viele kleine Kreise, als man Abstu-

ſungen der Farbe gewählt hat, (Sauſſüre machte 94, beſſer ſind wohl 100,) und dieſe ſind ſämmtlich halb durchſchnitten, ſo daſs, wenn man die Scheibe nach dem Himmel hält, beide, die Himmelsfarbe und die damit verglichene, unmittelbar neben einander grenzen. Die obere Scheibe iſt nur in drei Kreiſen, aber hier ganz durchſchnitten, damit die Menge der Abſtufungen den Blick nicht verwirre und nur immer an dem zu wenig oder zu ſtark Blauen, das mittlere ſich annähernde erkannt werden könne. Iſt der Halbmeſſer der ganzen Scheibe a, und der Halbmeſſer der aufzutragenden Farbenkreiſe y, mithin der Halbmeſſer des Kreiſes durch ihren Mittelpunkt $a - y$; ferner die Zahl der Farbenabſtufungen oder Kreiſe n, alſo $2n$ die Zahl der Halbmeſſer y der kleinern Kreiſe: ſo ſind die Halbmeſſer y in dem mit $a - y$ beſchriebenen Kreiſe Chorden der Winkel von $\frac{360^\circ}{2n} = C$, alſo in Theilen des Halbmeſſers ausgedrückt $= 2 \sin. \frac{C}{2}$, und mithin $y = (a-y)\ 2 \sin. \frac{C}{2}$ oder $y = \frac{2a \sin. \frac{C}{2}}{1 + 2 \sin. \frac{C}{2}}$ Ich glaube, es könnte zu manchem merkwürdigen Reſultate führen, zwei Kyanometer zu verfertigen, von denen das eine zwiſchen *blau* und *weiſs*, das andere zwiſchen *blau* und *ſchwarz* nüancirte. Beide Verhältniſſe ſcheinen ſehr ſelten denſelben Gang zu beobachten.

XII.

PHYSIKALISCHE PREISFRAGEN

der batavischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Haarlem.

— *Bedingungen:* die Abhandlungen können *holländisch, französisch, lateinisch* und *deutsch*, doch nur mit lateinischen Lettern geschrieben seyn, müssen, auf die bekannte Art mit Devisen versehn, dem Sekretär der Gesellschaft, Herrn van Marum, zugeschickt werden, und es wird gewünscht, dass die Verfasser sie so sehr als möglich abkürzen, und alles, was nicht wesentlich zur Frage gehört, weglassen möchten. Die Preisabhandlungen bleiben der Gesellschaft zum Drucke. *Preis:* eine goldene Medaille oder statt ihrer, wenn man es vorzieht, 30 Dukaten.

A. *Physikalische Preisfragen auf das Jahr* 1801, (Einsendungstermin vor dem ersten Nov. 1801. Die 3 ersten dieser Fragen waren schon auf das Jahr 1800 aufgegeben worden, blieben aber unbeantwortet, und würden deshalb nochmahls wiederhohlt; die 3 letzten sind neue.)

1. Was weiss man gegenwärtig von der *Bewegung des Saftes in den Bäumen und Pflanzen?* Wie könnte man eine vollständigere Kenntniss dessen erlangen, was jetzt hierin noch dunkel oder zweifelhaft ist? und liessen sich wohl aus dem, was

wir durch entscheidende Erfahrungen darüber wissen, nützliche Folgerungen für die Baum- und Pflanzen-Cultur herleiten?

2. Da sich dem *Rauchen der Wohnungen* wahrscheinlich in jedem Falle abhelfen liesse, den etwa ausgenommen, wenn die Schornsteine zurückstossenden Winden ausgesetzt sind, wenn man auf die physischen Ursachen aufmerksamer wäre, welche den Rauch in die Schornsteine treiben; so verlangt die Gesellschaft: *α.* eine *Theorie* oder deutliche und kurz gefasste Erklärung der Ursachen, die den Rauch in den Schornstein treiben, oder ihn aufzusteigen hindern; *β.* aus dieser Theorie hergeleitete *Regeln*, wie Schornsteine zu bauen sind, und worauf man nach Verschiedenheit der Umstände Acht geben müsse, um das Rauchen zu verhindern.

3. Welche *einheimische, bisher ungebrauchte Pflanzen* können nach gehörig bestätigten Erfahrungen *gute Farben geben*, deren Bereitung und Gebrauch mit Vortheil eingeführt werden könnte? und welche *ausländische* zur Färberei brauchbare *Pflanzen* könnte man mit Vortheil auf weniger fruchtbaren oder nicht sehr bebauten Ländereien dieser Republik ziehn?

4. Was kann man nach den Beobachtungen der neuern Astronomen, besonders Herschel's und Schröter's, in Ansehung des *Umfangs des Universums* und der *Ordnung, in welcher die himmlischen Körper stehn*, als gehörig bewiesen, oder als sehr wahrscheinlich gemacht ansehn? (Die Gesellschaft

wünscht in der Antwort auf diese Frage eine kurze Darstellung des gegenwärtigen Zustandes der Wissenschaft in Hinsicht dieses Gegenstandes, und verlangt dass kürzlich gezeigt werde, wie wenig wahrscheinlich, oder selbst ungegründet, einige hierüber aufgestellte Hypothesen sind.)

5. In wie fern lässt sich aus den neuesten Fortschritten in der Physiologie der Pflanzen bestimmen, *auf welche Art die verschiedenen Erdarten die Vegetation der Pflanzen befördern*, und welche Folgerungen lassen sich aus unsern jetzigen Kenntnissen hierüber, für die *Wahl des Düngers* und die *Fruchtbarmachung der wüsten und dürren Ländereien* ziehen?

6. Ist das *Studium der Naturgeschichte für die Jugend* von solcher Nützlichkeit, dass sie als ein wesentlicher Theil einer wohlgeordneten Erziehung betrachtet zu werden verdient? Und wenn sie dafür zu halten ist, welche Theile dieser Wissenschaft verdienen den Vorzug? und welches ist die angemessenste Art, die Jugend zu dem Studium dieser Wissenschaft zu ermuntern, und sie ihr so nutzbar als möglich zu machen?

B. *Physikalische Preisfrage auf das Jahr* 1802, (Einsendungstermin vor dem ersten Nov. 1802.)

1. Da Dr. Chladni's Erfahrungen gezeigt haben, dass, wenn man mittelst eines Bogens, auf Glas- oder Metallscheiben, die mit Sand oder Staub leicht bedeckt sind, einen Ton hervorbringt, dieser Staub bestimmte Figuren annimmt; so verlangt

die Gesellschaft *eine Theorie dieser Phänomene*, die *einzig das Resultat von Beobachtungen hierüber ist*, und nahmentlich: α. eine möglichst vollständige *Angabe aller Figuren*, die jeder Ton hervorbringt, und eine *Classification* derselben nach ihren Arten; β. eine physische Erklärung der *Gründe*, warum der Staub die gedachten Figuren annimmt, und des Verhältnisses der Figuren zu den respectiven Tönen.

2. Eine *Naturgeschichte* und physikalische Beschreibung der *Wallfische*, um daraus α. auf den Weg zu schliessen, der einzuschlagen ist, die Stellen, an welchen sich Wallfische befinden, aufzufinden; β. die leichtesten und sichersten Mittel, die Wallfische sogleich zu tödten, und sich ihrer dann auf die schleunigste Art zu bemächtigen, abzuleiten.

C. *Physikalische Preisfragen*, die schon vor mehrern Jahren für einen unbestimmten Termin aufgegeben wurden, und dieses noch bleiben. Wer darüber für dieses Jahr noch concurriren will, muss seine Abhandlung vor dem 1sten Nov. 1809 einsenden.

1. Was lehren uns die neuesten Entdeckungen in der Chemie über die *Natur der Gährung*, und welche Vortheile können daraus für gewisse Fabriken gezogen werden, in welchen man gährende Stoffe braucht.

2. Was hat die Erfahrung über *die Nützlichkeit einiger dem Anscheine nach schädlicher Thiere*, besonders in den Niederlanden, gelehrt: und wel-

che Vorficht muſs alſo in Rückſicht ihrer Vertilgung beobachtet werden?

3. Welches ſind die bisher ihren Kräften nach unbekannten einheimiſchen Pflanzen, die in unſern Pharmacopöen mit Vortheil gebraucht werden, und ausländiſche erſetzen könnten?

4. Welcher bisher nicht gebrauchten einheimiſchen Pflanzen könnte man ſich zu einer guten und wohlfeilen Nahrung bedienen? und welche nahrhafte ausländiſche Pflanze könnte man hier anbauen?

D. Drei Preisfragen auf den erſten Nov. 1800. In wie weit die *Anwendung der neuern Chemie auf die Phyſiologie des menſchlichen Körpers, auf die Pathologie und Therapie* auf gegründeten Thatſachen, und in wie weit ſie nur auf unbewieſenen Hypotheſen beruht; für die aber der Einſendungstermin zu nahe iſt, um ſie hier weitläufig zu wiederhohlen.

Noch wiederhohlt die Geſellſchaft, daſs ſie in der Sitzung von 1798 beſchloſſen hat, in jeder jährlichen Sitzung zu berathſchlagen, ob ſich unter den ihr in dem Jahre zugeſchickten naturhiſtoriſchen oder phyſikaliſchen Schriften, (nicht Antworten auf obige Fragen,) eine oder die andere befinde, die eine beſondere Belohnung verdiene, und der intereſſanteſten derſelben eine ſilberne Medaille und eine Belohnung von 10 Dukaten zuzuerkennen.

XIII.

PHYSIKALISCE PREISFRAGEN

des Pariser National-Instituts auf das Jahr X,

(Preis: eine goldene Medaille, 1 Kilogramm oder 2 Pfund schwer; Termin der Einsendung: erster Nivose, J. 10.)

1. Es wird verlangt, den *Einfluss der atmosphärischen Luft, des Lichts, des Wassers und der Erde auf die Vegetation durch genaue Versuche zu bestimmen.* (Preisvertheilung am 15ten Messidor, J. 10.)

2. Durch welche Merkmahle unterscheiden sich die *vegetabilischen* und *mineralischen Stoffe*, die zu *Gährungsmitteln* dienen, von denen, welche sie in Gährung bringen. (Preisvertheilung am 15ten Germinal, J. 10.)

XIV.

NACHRICHT
von einem physikalischen Magazine.

Ungeachtet der ausgebreiteten Bekanntschaft mit deutschen Künstlern, welche ich seit zwölf Jahren unterhalte, und wozu besonders meine sonstigen Verhältnisse, als Amanuensis bei zweien der angesehensten physikalischen Kabinette, das Meiste beigetragen haben, wurde es mir doch sehr schwer, mein gegenwärtiges mathematisches, physikalisches, chemisches und zur natürlichen Magie eingerichtetes Kabinet anzulegen. Ich mufste meistentheils die nöthigen Instrumente, Maschinen und viele andere Producte und Zurichtungen, welche die sogenannten Mechanici gar nicht verfertigen, entweder selbst machen oder Andern dazu besondere Anweisung geben: denn es war mir unmöglich, die Instrumente, Maschinen u. s. w., wie sie am vortheilhaftesten zu Versuchen gebraucht werden, gleich gut, und nach Beschaffenheit der Umstände um die billigsten Preise zu erhalten.

So überzeugte mich eigne Erfahrung, mit wie viel Hindernissen die Verbreitung und Cultur der Naturlehre in dieser Rücksicht zu kämpfen haben.

Um nun dieses Hindernifs zu heben und besonders da, wo es am stärksten ist, und am meisten die unentbehrliche Verbreitung jener Wissenschaft hemmt, auf Akademieen, Gymnasien, Schulen, bei Privat-Lehrern und Liebhabern, gänzlich zu verdrängen, bin ich mit den vorzüglichsten deutschen und engländischen Künstlern, Mechanikern und Chemikern in Verbindung getreten, und habe ein *vollständiges physikalisches Magazin* errichtet, in welchem alle Arten mathematischer, physikalischer, astronomischer, optischer, chemischer

und zur natürlichen Magie gehöriger Inſtrumente, Maſchinen und Producte, welche zu den Verſuchen der Experimental - Phyſik und Chemie gebraucht werden, entweder gleich vorräthig oder auf ſichere Beſtellung und Anweiſung in kurzer Zeit um den billigſten Preis und von der beſten Beſchaffenheit zu haben ſind.

In dieſem Magazine wird ein vollſtändiger phyſiſcher Apparat, worüber ich für Gelehrte und Liebhaber leſe, immer unterhalten und vermehrt; allein, um die Käufer ſicher zu ſtellen, ſo ſtehet auch er zum Ausſuchen Jedem offen. Ich werde dafür Sorge tragen, die Inſtrumente, Maſchinen u. ſ. w. ſtets aus den beſten Werkſtätten zu erhalten, und ſie mit der genaueſten Accurateſſe und möglichſten Eleganz gearbeitet, und zu verhältnißmäßig geringen Preiſen zu liefern.

Uebrigens erbiete ich mich auch, alle in die Mathematik und Naturlehre einſchlagende Inſtrumente, Maſchinen, chemiſche Producte u. ſ. w. *nach der genaueſten Prüfung* in Commiſſion zu nehmen und in meinem Magazine aufzuſtellen, wofür ich bloſs eine kleine, durch nähere Uebereinkunſt zu beſtimmende, Proviſion verlange. Dadurch ſtehet dem deutſchen Künſtler ein Weg offen, ſeine vorzüglichſten Arbeiten, neue Erfindungen und Verbeſſerungen den Gelehrten und Liebhabern in natura bekannt zu machen und abzuſetzen, wozu die Meſſen viel beitragen.

Um aber auch Schulen oder andern Lehranſtalten und Liebhabern den Ankauf eines zweckmäſsigen Apparats zu erleichtern, und ihn ſo wohlfeil, als nur immer möglich iſt, zu verſchaffen, werde ich ihn zu einzelnen Lehren, nebſt der Beſchreibung der damit anzuſtellenden Verſuche und Handgriffe, auf Pränumeration nach und nach ſo liefern, daſs er endlich ein vollſtändiger ganzer ſyſtematiſch zuſammengerichteter zweckmäſsiger Schul - Apparat werde, mit welchem

man durch verſchiedene Verbindung einzelner Stücke das erreichen wird, was man ſonſt durch eine koſtſpielige Inſtrumenten-Sammlung nicht immer erreichen kann.

Den Preis, der ſich nach dem, wie viel darauf verwendet werden ſoll, und je nachdem ſchon Einiges vorhanden ſeyn ſollte, richtet, werde ich näher beſtimmen, wenn man ſich deſshalb durch Briefe an mich wenden will.

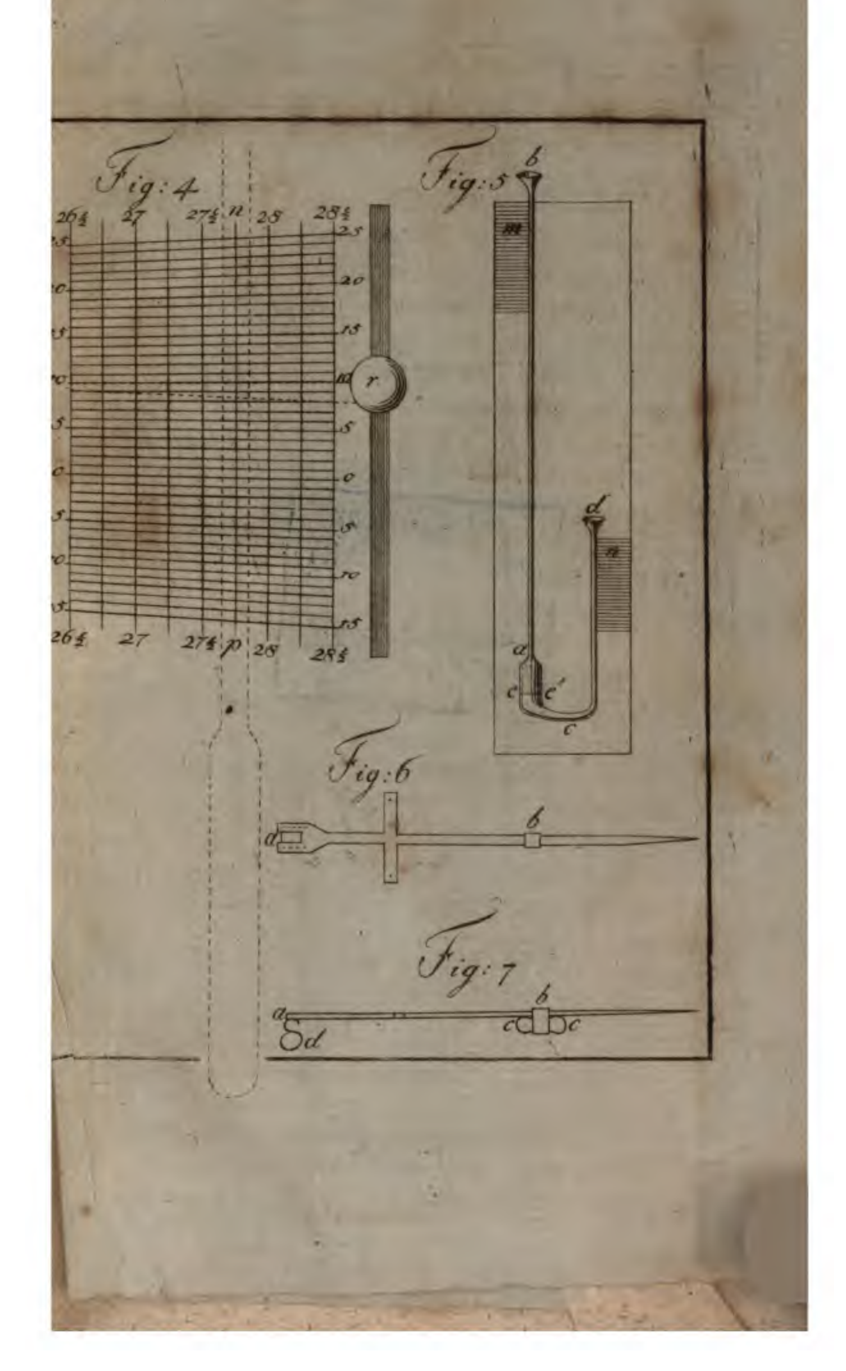
Wie ſehr Leipzigs ausgebreiteter Handel, beſonders aber der Buchhandel, dieſes Inſtitut begünſtigen, wie ſehr ſie den Zugang zu demſelben erleichtern, bedarf keines Beweiſes; und ich darf mir daher mit der Hoffnung ſchmeicheln, daſs mein Unternehmen den beſten, für die Naturlehre nützlichſten Fortgang haben werde.

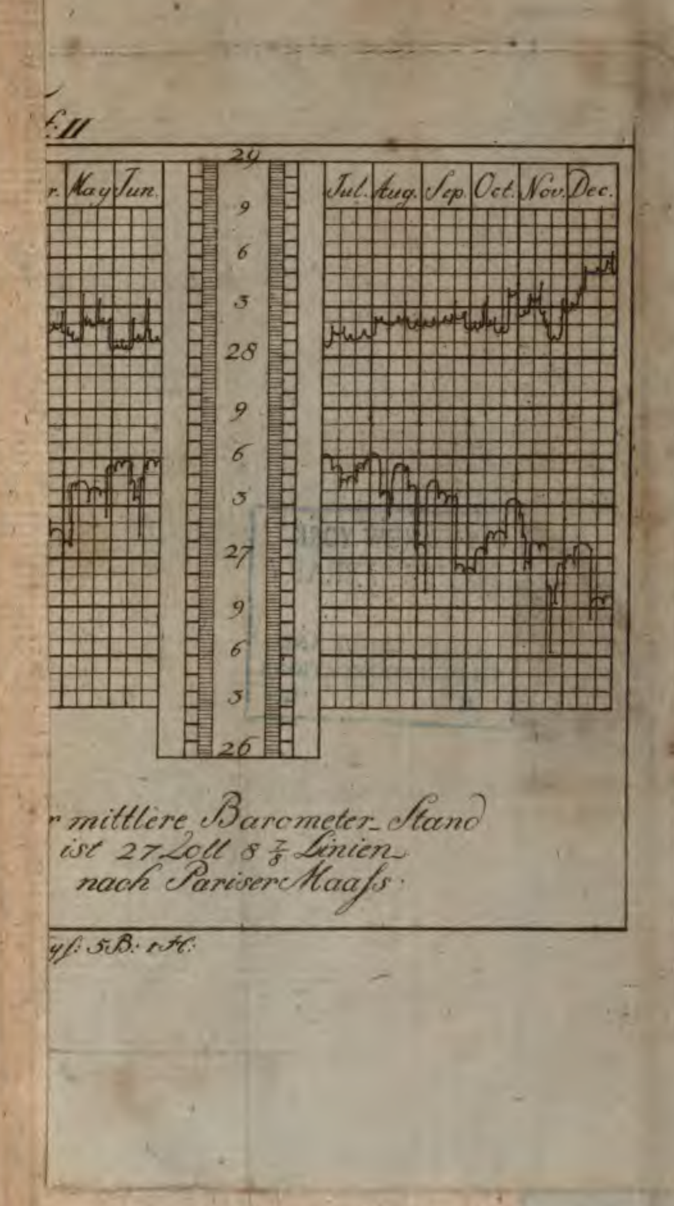
Briefe und Anfragen, deren Inhalt das Intereſſe des Einſenders angehet, erwarte ich frankirt. Leipzig im März 1800.

M. Gottfried Tauber,
Privat-Lehrer der Mathematik und Phyſik, auch Mitglied der ökonomiſchen Societät zu Leipzig.
Wohnhaft in der Grimmaiſchen Gaſſe in dem Hauſe des Buchhändlers Herrn Barths 3 Treppen hoch.

Verbeſſerungen zu Band V, Stück 2.

Auf den Kupfertafeln ſetze man ſtatt Tafel V, Tafel IV und ſtatt Tafel IV, Tafel V, welche letztere das Norbergſche Deſtillir-Geräth vorſtellt. Ferner iſt auf dieſer letztern Kupfertafel durch ein Verſehn der Dampfbewahrer, der Fig. 8 ſeyn ſollte, fortgelaſſen, und erſt auf Tafel VI nachgetragen worden, welches man auf Seite 228 zu bemerken beliebe. Die Figur, bei der dort Fig. 8 ſteht, ſoll Fig. 9 ſeyn, und iſt der ruſſiſche Helm, von dem S. 224 geſprochen wird, wo man Zeile 6, Fig. 9, (jetzt Fig. 8,) ſtatt Fig. 6 zu leſen hat.


Fig:4
26½
27
27½
n
28
28½
25
20
15
10
5
0
5
10
15
r
p
Fig:5
b
m
d
n
a
c
c'
c
Fig:6
d
b
Fig:7
a
d
b
c
c



:II
r. May Jun.
Jul. Aug. Sep. Oct. Nov. Dec.
29
9
6
3
28
9
6
3
27
9
6
3
26
r mittlere Barometer-Stand
ist 27 Zoll 8 7/8 Linien
nach Pariser Maass.
ys. 5 B. 1 H.

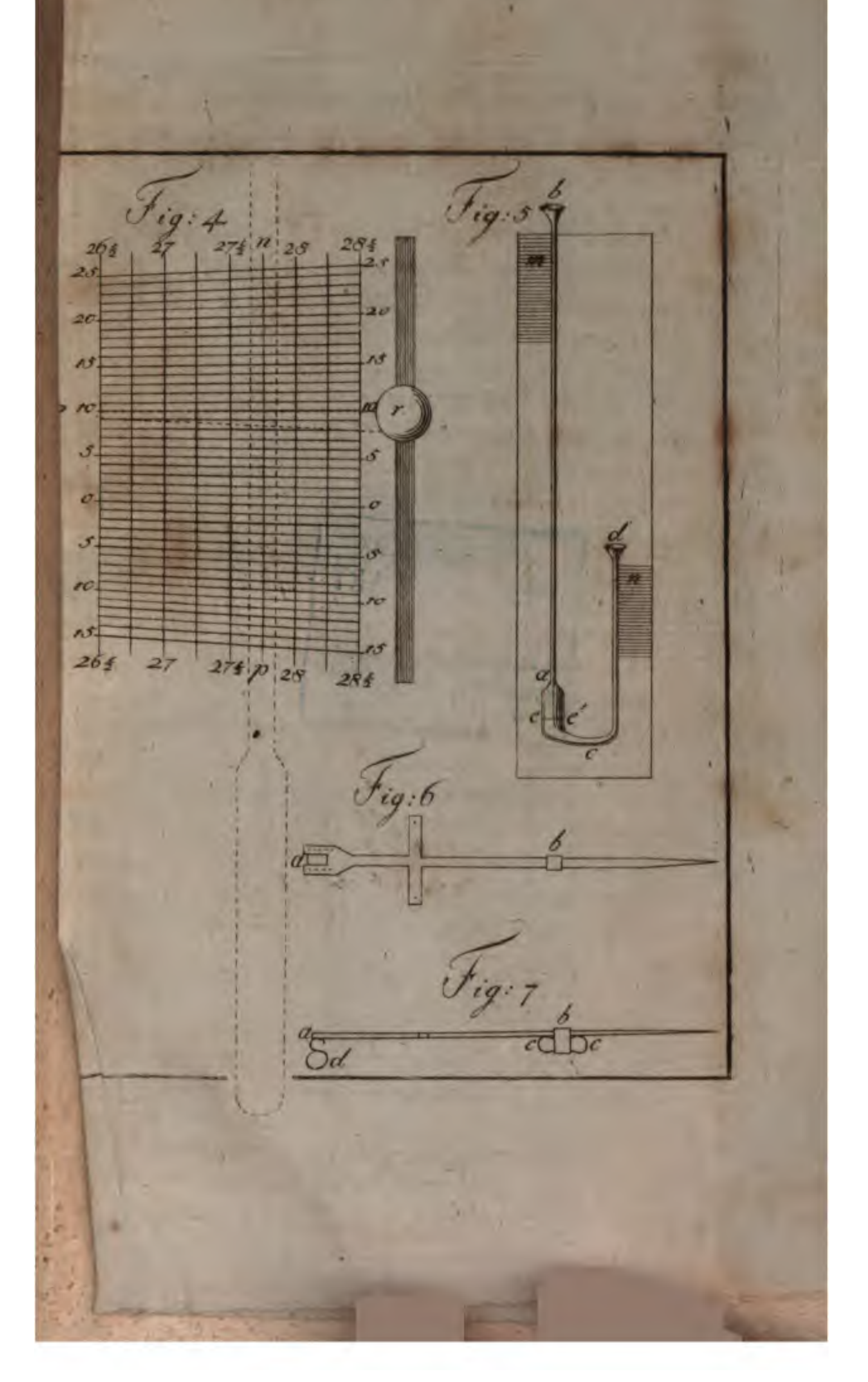


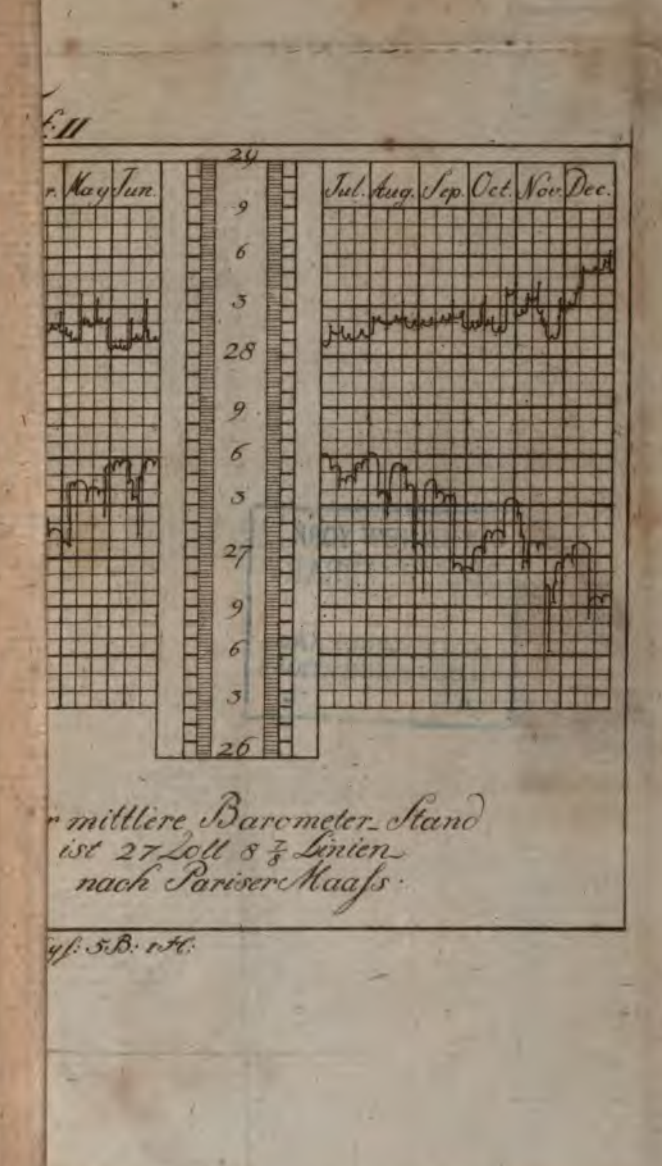
Fig: 4
26½
27
27½
n
28
28½
25
20
15
10
5
0
5
10
15
r
p
Fig: 5
b
m
d
n
a
e
e'
c
Fig: 6
d
b
Fig: 7
a
b
c
c
d

PL

A

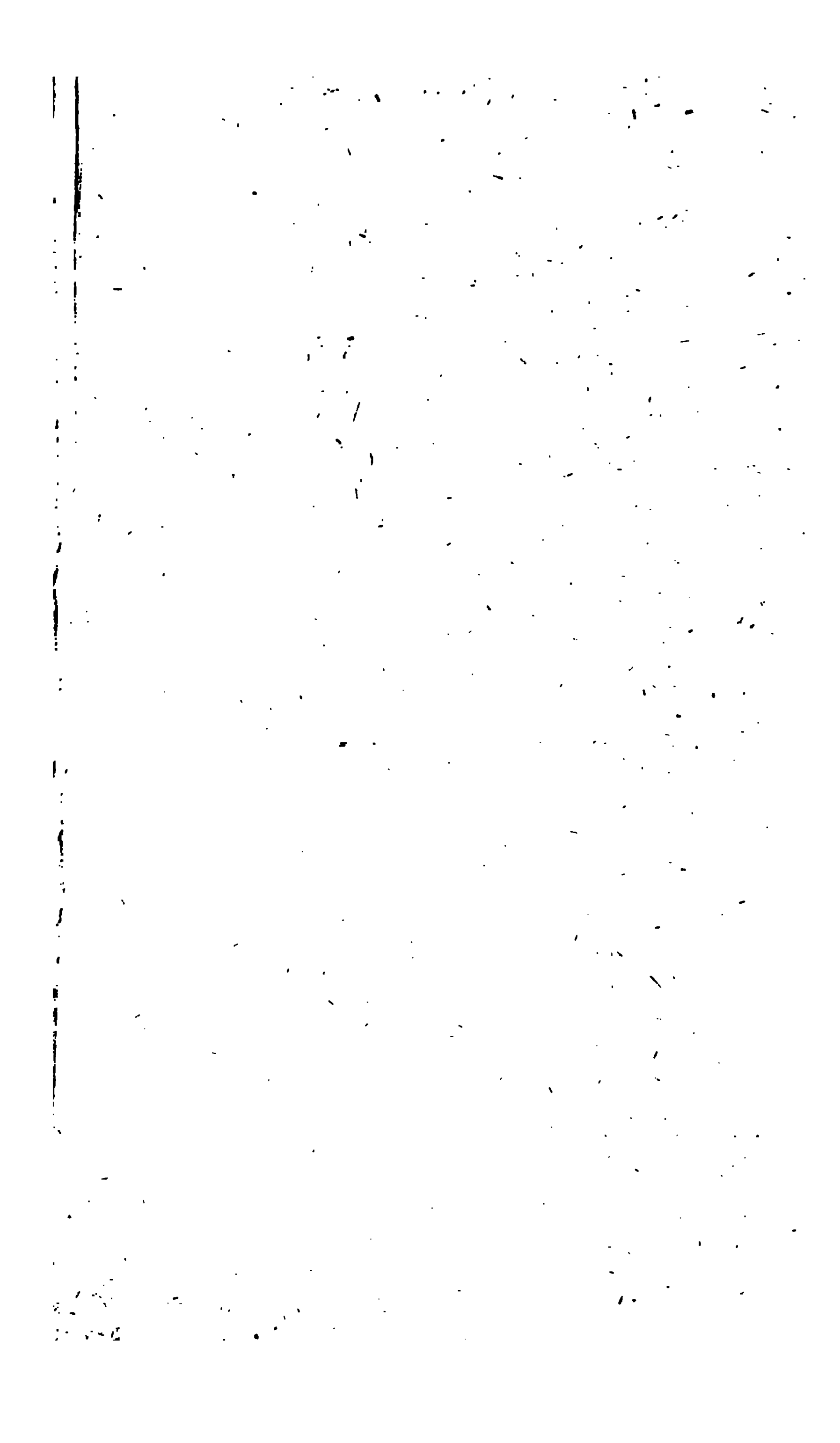
TIL

R


Tab. II
r. May Jun.
29
9
6
3
28
9
6
3
27
9
6
3
26
Jul. Aug. Sep. Oct. Nov. Dec.
r mittlere Barometer-Stand
ist 27 Zoll 8 7/8 Linien
nach Pariser Maass.
ys: 5 B: 1 H.



f: III
Fig: 2
A
C
B
B



Taf: VI

Fig: 2

Fig: 7

Fig: 8

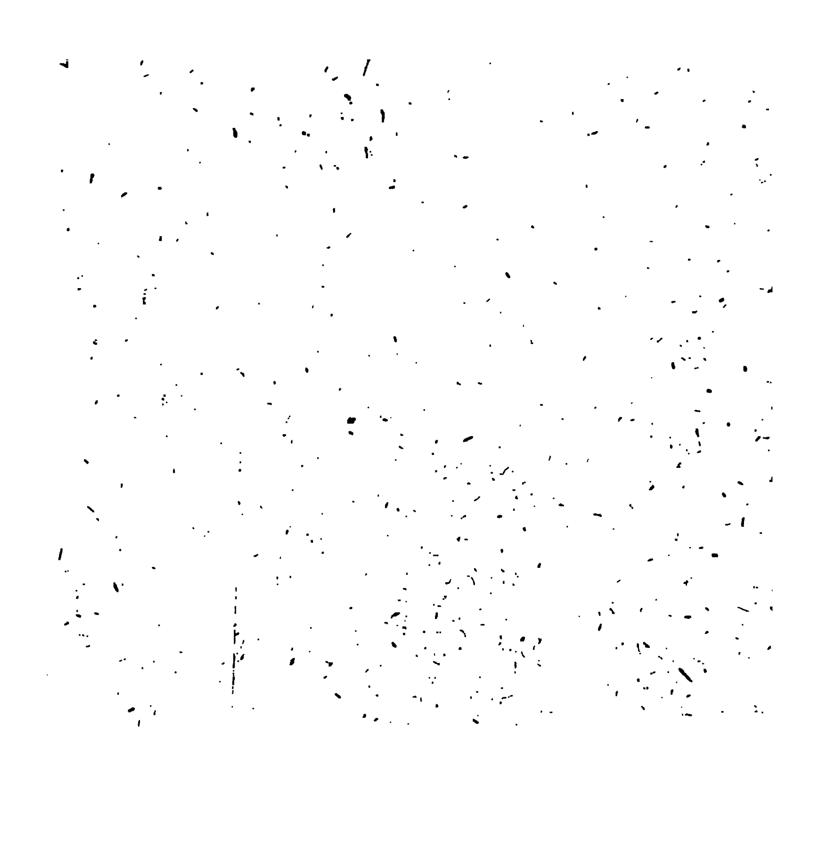
zu Taf: V

...meter

Ann: d. Phys



f.VII
G
B
Fig: 1
E
H
Fig: 3
F
D
b
C
a
b
Fig: 4
A
d
h
d
c
a
C
Ann: d: Phy



Taf: VI

Fig: 2

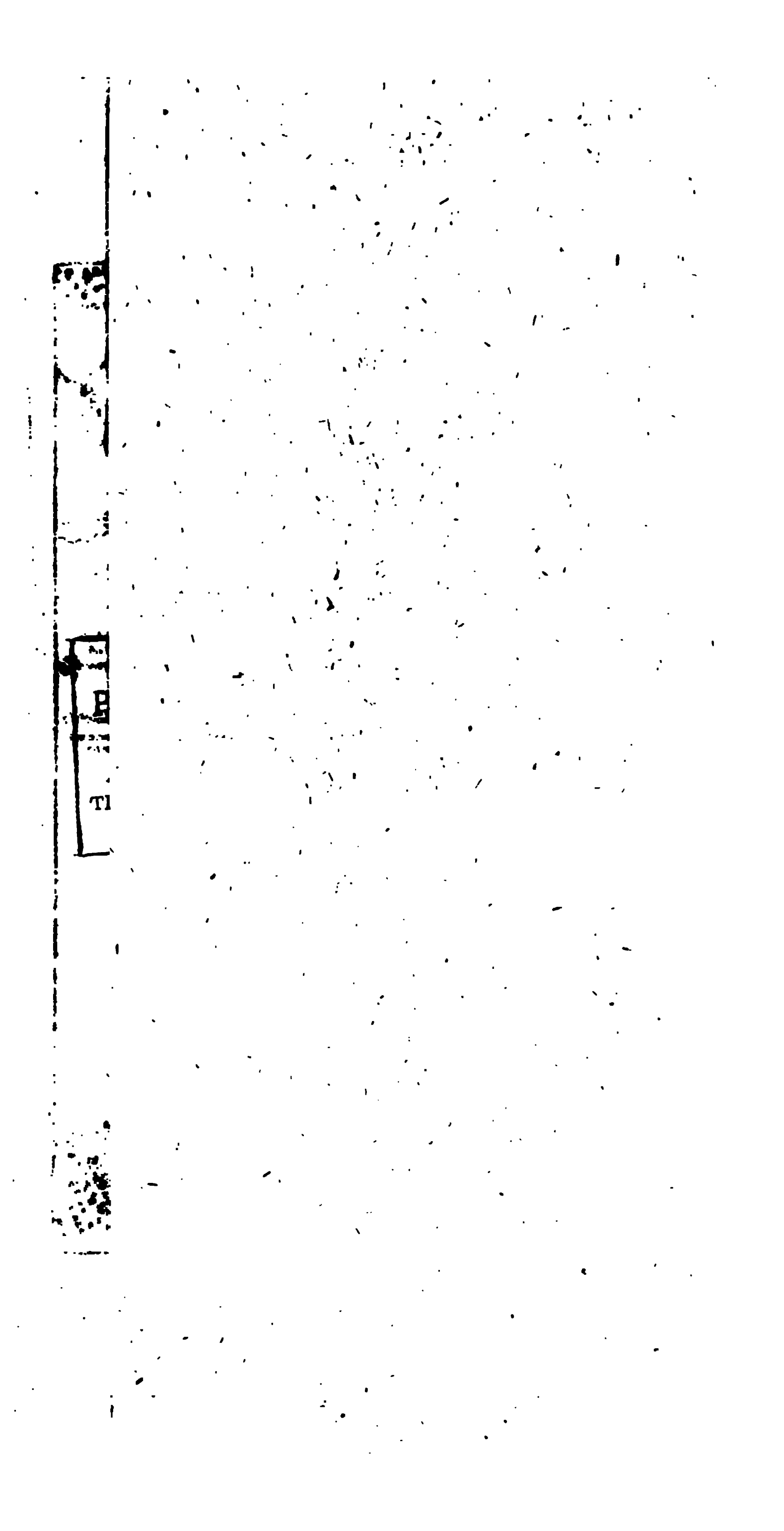
Fig: 7

Fig: 8

zu Taf: V

meter

Ann: d. Phys



f. VII

G
B
Fig: 1
E
H
F
Fig: 3
D
b
C
a
b
Fig: 4
A
d
h
d
c
a
C

